

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2004007944 A**

(43) Date of publication of application: **08.01.04**

(51) Int. Cl.

B60L 11/14

B60K 6/04

B60K 41/00

B60K 41/02

F02D 23/00

F02D 29/02

F02N 11/04

(21) Application number: **2002350035**

(22) Date of filing: **02.12.02**

(30) Priority: **14.09.98 US 1998 100095**
01.03.99 US 1999 122296
09.03.99 US 1999 264817

(62) Division of application: **2000570015**

(71) Applicant: **PAICE CORP**

(72) Inventor: **SEVERINSKY ALEX J**
LOUCKES THEODORE

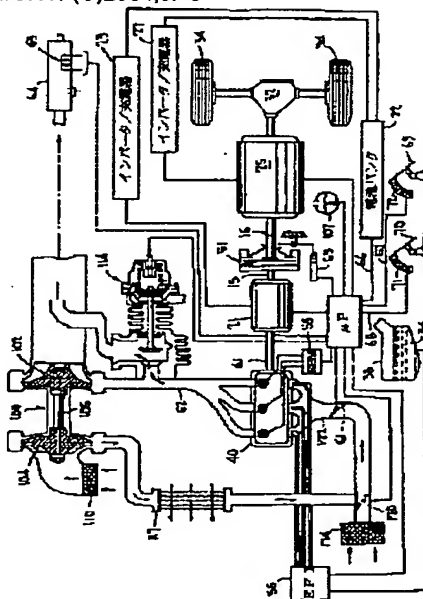
(54) **HYBRID VEHICLE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a hybrid electrical automobile improved in a performance, easiness of driving, a cost, a weight and the like, by realizing a large reduction in fuel expenses and a reduction in a contaminant discharge as compared with conventional internal combustion engine vehicle and hybrid vehicle.

SOLUTION: The hybrid vehicle includes an internal combustion engine 40, electric motors 21, 25 coupled to traveling wheels and operable as generators, a battery bank 22 connected to the motors 21, 25, a controller for controlling operations of the internal combustion engine and the electric motors 21, 25 and controlling a flow of an electric energy between the motors 21, 25 and the bank 22, and inverter/charger 23, 27 including a plurality of pairs of elements to be switched to move the motors 21, 25 so as to provide a repulsion torque to the traveling wheels and to convert the torque to be transmitted from the wheels 3, 4 to the motors 21, 25 into energy for recharging the battery bank 22.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-7944

(P2004-7944A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int. Cl. ⁷	F 1	テーマコード (参考)
B60L 11/14	B60L 11/14 ZHV	3D041
B60K 6/04	B60K 6/04 310	3G092
B60K 41/00	B60K 6/04 320	3G093
B60K 41/02	B60K 6/04 330	5H115
F02D 23/00	B60K 6/04 360	
審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 48 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-350035 (P2002-350035)	(71) 出願人	501097204 ベイス・コーポレーション アメリカ合衆国20910メリーランド州 シルバー・スプリング・キャメロン・スト リート8605スイート315
(22) 出願日	平成14年12月2日(2002.12.2)	(74) 代理人	100065950 弁理士 土屋 勝
(62) 分割の表示	特願2000-570015 (P2000-570015) の分割	(72) 発明者	セプリンスキー, アレックス, ジェイ アメリカ合衆国20007コロンビア特別 区ワシントン・フォックスホール・クレセ ント4707
原出願日	平成11年9月10日(1999.9.10)	(72) 発明者	ルークス, セオドール アメリカ合衆国48442ミシガン州ホー リー・アボマトックス10398
(31) 優先権主張番号	60/100,095		
(32) 優先日	平成10年9月14日(1998.9.14)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	60/122,296		
(32) 優先日	平成11年3月1日(1999.3.1)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	09/264,817		
(32) 優先日	平成11年3月9日(1999.3.9)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

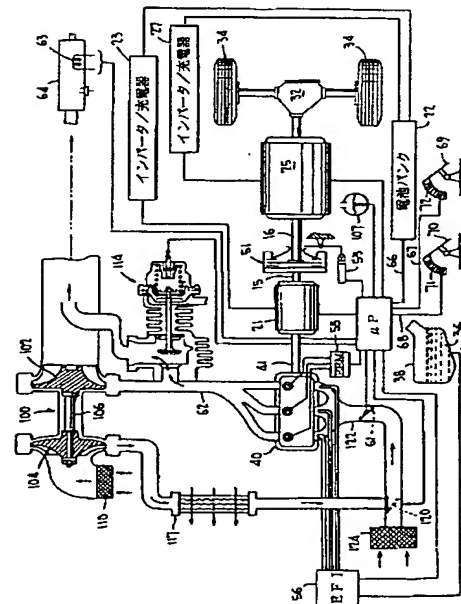
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】従来の内燃機関車両及びハイブリッド車両と比較して大幅な燃料経費削減と汚染物質排出の低減を実現し、性能、運転のしやすさ、コスト、重量などを改良したハイブリッド電気自動車を提供する。

【解決手段】内燃機関40と、走行用車輪に連結されており発電機として作動可能な電動モータ21、25と、この電動モータ21、25に接続されている電池バンク22と、内燃機関と電動モータ21、25との作動を制御し且つ電動モータ21、25と電池バンク22との間の電気エネルギーの流れを制御するための制御装置と、走行用車輪に推進トルクを供給する様に電動モータ21、25を動かし且つ走行用車輪34から電動モータ21、25へ伝達されるトルクを電池バンク22再充電用のエネルギーに変換するために切り換えられる複数対の要素を含むインバータ/充電器23、27とを具備するハイブリッド車両。

【選択図】 図12



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の異なるモードで運転可能なハイブリッド車両であって、最高トルク出力（MTO）までトルクを供給するための内燃機関と、前記車両の走行用車輪に連結されている少なくとも一つの電動モータと（この少なくとも一つの電動モータは発電機として作動可能である）、前記電動モータに電気エネルギーを供給し且つ前記電動モータからエネルギーを受け取るための電池バンクと、前記内燃機関と前記少なくとも一つの電動モータとの作動を制御し且つ前記電動モータと前記電池バンクとの間の電気エネルギーの流れを制御するための制御装置と、前記電動モータと前記電池バンクとの間に接続されている少なくとも一つの制御可能なインバータ／充電器と（前記電池バンクからのエネルギーに応じて前記走行用車輪に推進トルクを供給する様に前記電動モータを動かし且つ前記走行用車輪から前記電動モータへ伝達されるトルクを前記電池バンクを再充電するためのエネルギーに変換するための前記制御装置からの命令に応じて制御可能に切り換えられる複数対の要素を前記制御可能なインバータ／充電器が具備している）、を具備するハイブリッド車両において、

10

前記電池バンクは二つの別個の電池副バンクとして形成されており、これらの各々が正極及び負極を有しており、一方の前記副バンクの正極は車両車台接続部において他方の前記副バンクの負極に接続されており、前記電池副バンクの反対の極は前記少なくとも一つのインバータ／充電器の前記複数対の要素と交差接続されていることを特徴とするハイブリッド車両。

20

【請求項 2】

複数の異なるモードで運転可能なハイブリッド車両であって、最高トルク出力（MTO）までトルクを供給するための内燃機関と、前記車両の走行用車輪に連結されている少なくとも一つの電動モータと（この少なくとも一つの電動モータは発電機として作動可能である）、前記電動モータに電気エネルギーを供給し且つ前記電動モータからエネルギーを受け取るための電池バンクと、前記内燃機関と前記少なくとも一つの電動モータとの作動を制御し且つ前記電動モータと前記電池バンクとの間の電気エネルギーの流れを制御するための制御装置と、前記電動モータと前記電池バンクとの間に接続されている少なくとも一つの制御可能なインバータ／充電器と（前記電池バンクからのエネルギーに応じて前記走行用車輪に推進トルクを供給する様に前記電動モータを動かし且つ前記走行用車輪から前記電動モータへ伝達されるトルクを前記電池バンクを再充電するためのエネルギーに変換するための前記制御装置からの命令に応じて制御可能に切り換えられる複数対の要素を前記制御可能なインバータ／充電器が具備している）、を具備するハイブリッド車両において、

30

多数の電池が互いに電氣的に絶縁され結局電力が開閉装置から切り離される様に、普通は開いている前記開閉装置によって接続されている前記多数の電池として前記電池バンクが形成されていることを特徴とするハイブリッド車両。

【請求項 3】

複数の異なるモードで運転可能なハイブリッド車両であって、最高トルク出力（MTO）までトルクを供給するための内燃機関と、前記車両の走行用車輪に連結されている少なくとも一つの電動モータと（この少なくとも一つの電動モータは発電機として作動可能である）、前記電動モータに電気エネルギーを供給し且つ前記電動モータからエネルギーを受け取るための電池バンクと、前記内燃機関と前記少なくとも一つの電動モータとの作動を制御し且つ前記電動モータと前記電池バンクとの間の電気エネルギーの流れを制御するための制御装置と、前記電動モータと前記電池バンクとの間に接続されている少なくとも一つの制御可能なインバータ／充電器と（前記電池バンクからのエネルギーに応じて前記走行用車輪に推進トルクを供給する様に前記電動モータを動かし且つ前記走行用車輪から前記電動モータへ伝達されるトルクを前記電池バンクを再充電するためのエネルギーに変換するための前記制御装置からの命令に応じて制御可能に切り換えられる複数対の要素を前記制御可能なインバータ／充電器が具備している）、を具備するハイブリッド車両におい

40

50

て、
前記電動モータが少なくとも四相を有していることを特徴とするハイブリッド車両。

【請求項 4】

複数の異なるモードで運転可能なハイブリッド車両であって、最高トルク出力 (M T O) までトルクを供給するための内燃機関と、前記車両の走行用車輪に連結されている少なくとも一つの電動モータと (この少なくとも一つの電動モータは発電機として作動可能である)、前記電動モータに電気エネルギーを供給し且つ前記電動モータからエネルギーを受け取るための電池バンクと、前記内燃機関と前記少なくとも一つの電動モータとの作動を制御し且つ前記電動モータと前記電池バンクとの間の電気エネルギーの流れを制御するための制御装置と、前記電動モータと前記電池バンクとの間に接続されている少なくとも一つの制御可能なインバータ/充電器と (前記電池バンクからのエネルギーに応じて前記走行用車輪に推進トルクを供給する様に前記電動モータを動かし且つ前記走行用車輪から前記電動モータへ伝達されるトルクを前記電池バンクを再充電するためのエネルギーに変換するための前記制御装置からの命令に応じて制御可能に切り換えられる複数対の要素を前記制御可能なインバータ/充電器が具備している)、を具備するハイブリッド車両において、

10

前記電動モータがゼロ r p m から基底速度まで一定のトルクを供給し且つ前記基底速度と最高速度との間の速度において一定の動力を供給する様に (前記最高速度と前記基底速度との比率は約 3 ~ 約 6 : 1 である)、前記制御装置によって与えられる制御信号に応じて、前記電動モータが前記インバータ/充電器によって動かされることを特徴とするハイブリッド車両。

20

【請求項 5】

前記電動モータの最高速度が前記内燃機関の最高速度の少なくとも約 1 5 0 % である請求項 4 記載のハイブリッド車両。

【請求項 6】

複数の異なるモードで運転可能なハイブリッド車両であって、最高無過給トルク出力 (M T O) までトルクを供給するための内燃機関と (M T O を超えて前記内燃機関の最高トルク出力を増加させるための制御信号に応じて作動可能なターボ過給機を前記内燃機関が備えており、トルク伝達のためのクラッチを介して前記車両の走行用車輪に前記内燃機関が接続されている)、前記車両の走行用車輪に連結されている少なくとも一つの電動モータと (この少なくとも一つの電動モータは発電機として作動可能である)、前記電動モータに電気エネルギーを供給し且つ前記電動モータからエネルギーを受け取るための電池バンクと、前記電動モータと前記電池バンクとの間に接続されている少なくとも一つの制御可能なインバータ/充電器と、前記内燃機関、前記少なくとも一つの電動モータ及び前記ターボ過給機を作動を制御し且つ前記電動モータと前記電池バンクとの間の電気エネルギーの流れを制御するための制御装置と、を具備することを特徴とするハイブリッド車両。

30

【請求項 7】

前記制御装置は、前記車両の瞬間トルク要求である瞬間走行負荷を示す信号と前記電池バンクの充電状態を示す信号とを与えられ、これらの信号に応じて前記複数の異なるモードで前記車両が運転される様に前記内燃機関、前記クラッチ、前記少なくとも一つの電動モータ、及び前記ターボ過給機を作動を制御する請求項 6 記載のハイブリッド車両。

40

【請求項 8】

前記瞬間走行負荷 (R L) が無過給中の前記内燃機関の最高トルク出力 (M T O) の百分率として表現され、前記複数の異なるモードが

S P が M T O の既定の百分率として表現されている設定値であるとして、 $R L < S P$ の間、前記電池バンクから供給されるエネルギーに応じて前記電動モータによって供給されるトルクによって前記車両が推進される低速モード I と、

$S P < R L < M T O$ の 1 0 0 % の間、可燃性燃料の供給に応じて前記内燃機関によって供給されるトルクによって前記車両が推進される高速道路での巡航モード I V と、

$R L > M T O$ の 1 0 0 % の間、可燃性燃料の供給に応じて前記内燃機関によって供給され

50

るトルクと前記電池バンクから供給されるエネルギーに応じて前記電動モータによって供給されるトルクとによって前記車両が推進される加速モードVと、既定時間Tよりも長く $RL > MTO$ の100%である間、可燃性燃料の供給に応じて前記内燃機関によって供給されるトルクによって前記車両が推進される様に前記ターボ過給機が動かされる高出力モードVIとを含む請求項7記載のハイブリッド車両。

【請求項9】

前記クラッチがモードIでの運転中は解放されモードIV、V、VIでの運転中はかみ合わされる請求項8記載のハイブリッド車両。

【請求項10】

前記電池バンクの充電状態に応じて前記時間Tが制御される請求項8記載のハイブリッド車両。

【請求項11】

前記内燃機関からのトルクが第一組の走行用車輪に伝達され、前記少なくとも一つの電動モータからのトルクが第二組の走行用車輪に伝達される請求項6記載のハイブリッド車両。

【請求項12】

第二の電動モータが備えられており且つ前記制御装置からの制御信号に応じて前記内燃機関を始動させるためにこの内燃機関に連結されている請求項6記載のハイブリッド車両。

【請求項13】

内燃機関、第一の電動モータ、第二の電動モータ及び電池バンクを具備するハイブリッド車両の前記部品の相対的な大きさを決定する方法であって、

a. 中位の勾配に沿って中速から高速へトレーラーなしで前記車両を駆動するために十分なトルクを有する前記内燃機関を選択し、

b. 電池充電中は前記内燃機関の最高トルク出力の約70%に等しい内燃機関負荷を供給する大きさに前記第一の電動モータを作り、

c. 必要時には前記第一の電動モータが援助しつつ停止から特定されている最大勾配を克服するためにゼロ速度において十分なトルクを供給する大きさに前記第二の電動モータを作り、

d. 前記内燃機関からのトルクを使用せずに使い易い都会での運転を可能にする前記第二の電動モータのトルク対速度曲線を選択し、

e. 過度に頻繁な放電サイクル及び充電サイクルを回避するのに十分な電池容量を選択する

段階を具備することを特徴とする方法。

【請求項14】

長時間の高出力運転中に前記内燃機関の最高トルク出力を増加させる様に制御されるターボ過給機を前記内燃機関が備えており、前記ターボ過給機は前記内燃機関の最高トルク出力を少なくとも約25%程度まで増加させる請求項13記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本願は、ハイブリッド車両、つまり、車両の駆動輪にトルクを供給するために内燃機関と一つ以上の電動モータとの両方が備えられている車両、における改良に関するものである。より詳細には、本発明は、性能、運転のしやすさ及びコストの点で従来の車両との競合力が十分にありまた大幅に改善された燃料経済と低減された汚染物質の排出とを達成するハイブリッド電気車両に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

何年もの間、自動車やその他の高速道路車両における燃料消費の低減に関する問題に大きな配慮が払われてきた。付随して、自動車やその他の車両によって排出される汚染物質の

10

20

30

40

50

低減に非常に大きな配慮が払われてきた。これらの問題を解決するための努力は、ある程度まで互いに相反する。例えば、もし機関（エンジン）がより高い温度で動かされれば、高い熱力学的効率とその結果としての低減された燃料消費とが現実され得る。このため、現在使用されているエンジンよりも高い燃焼温度によく耐えるセラミック材料製のエンジンに高い関心があった。しかし、ガソリン燃料エンジンにおける高い燃焼温度は、或る望ましくない汚染物質、一般に NO_x 、の増加に通じる。

【0003】

排出を低減させるための他の可能性は、ガソリンとエタノールとの混合物（「ガソホール」）かまたは純粋なエタノールを燃焼させることである。しかし、今日までのところエタノールは経済的にガソリンとの競合力がある様にはなっておらず、消費者はいくらでもエタノールを受け入れることはしなかった。更に、全国的規模の空気の浄化と燃料の保存とを目に見える程に改善するために必要な程度にエタノールの様な代替燃料を利用可能にすることは、社会資本の改善のために莫大なコストを必要とする。つまり、全国の自動車燃料の製造及び配達システムのみならず車両の製造、販売及び修理システムも、広範囲に互って変更されるかまたは実質的に二重にされなければならない。

【0004】

都会における汚染を低減させる一つの提案は、内燃機関によって動力を供給される車両の使用を制限し、その代わりに、再充電可能な電池によって動力を供給される電気自動車を使用することである。今日までのところ、総てのその様な「純粋な電気」自動車は、一般に150マイル以下の非常に制限された到達距離しか有しておらず、電池が実質的に完全に充電されている場合を除いて加速及び登攀のために不十分な動力しか有しておらず、電池の再充電に相当な時間を必要としている。このため、制限された到達距離と電池の長い再充電時間とが不都合ではない多くの状況があるが、その様な自動車は殆どの個人の総ての移動の要求に適していない。従って、電気自動車は殆どの使用者にとって相当な経済的妨害物を持ち出す追加的な車両に違いない。更に、米国では最大量の電気が石炭火力発電所で発生されているので、電気車両を使うことは単に汚染物質の源の位置を代えるだけであって汚染物質を除去することにはならない、ということが分かる。更に、運転の一マイル当たりの夫々の正味のコストを比較すると、電気車両はエタノール燃料車両との競合力がなく、ましてや、従来のガソリン燃料車両との競合力はない。一般に、シマネイティスの「電気車両」、道路と軌道、1992年5月、第126～136頁、レイノルズの「A C推進C R X」、道路と軌道、1992年10月、第126～129頁を参照されたい。

【0005】

ブルックス等の米国特許第5,492,192号はその様な電気車両を示している。その発明は、他の点では従来通りである電気車両へのアンチロックブレーキング技術及びトラクション制御技術の結合に向けられている様に思われる。

【0006】

発電機に動力を供給する内燃機関を含んでおりその結果として単純な電気車両によって示されている制限された到達距離という欠陥を除去する電気車両の開発にも、多くの配慮が何年にも互って払われてきた。最も単純なその様な車両は、殆どの鉄道によって使用されているディーゼル電気機関車と同じ一般的な原理で動く。その様なシステムでは、車両の車輪に直接に接続されている走行用モータに電力を供給する発電機を内燃機関が駆動する。このシステムは、車両のエンジンと車輪との間に可変ギヤ比変速機が必要とされないという利点を有している。

【0007】

より詳細には、内燃機関はゼロエンジン速度（RPM）でトルクを発生させずその作動範囲の中間のどこかでトルクピークに到達する。従って、内燃機関によって直接に駆動される総ての車両（摩擦クラッチかまたは遠心クラッチを使用している単一速度の或る車両であって通常の運転には役に立たない車両を除く）は、遭遇する走行速度及び走行負荷にエンジンのトルクが釣り合わされ得る様に、エンジンと車輪との間に可変比変速機を必要としている。更に、エンジンがまだ動いている間に車両が停止することを可能にするために

エンジンが車輪から機械的に切り離され得る様に、また、停止状態からの始動中に駆動装置列に対するエンジンの多少の滑りを可能にするために、ある種のクラッチが備えられていなければならない。例えば複数速変速機かまたはクラッチをディーゼル機関車に備えることは実用的ではない。従って、発電機と走行用電動モータとに関する追加的な複雑さが我慢されている。走行用電動モータはゼロRPMで最高トルクを発生させその結果として車輪に直接に接続され得る。列車の加速が求められている時は、ディーゼルエンジンは発電機出力を増加させるために単に絞り弁を絞られるだけで、列車が動き始める。

【0008】

同じ駆動システムは、自動車やトラックの様なより小さな車両に使用されてもよいが、この適用に幾つかの明白な不都合を有している。特に、図1、2に関連して詳細に後述されている様に、ガソリンまたはその他の内燃機関はその最高出力トルク近傍を発生させている時に最も効率的であることが周知である。典型的には、列車におけるディーゼル機関車の数は、その総ての機関車が略最高トルク発生状態で運転され得る様に、動かされるべき総トン数と克服されるべき勾配とに従って選択されている。更に、その様な機関車は、長時間に亘って一定速度で走らされる傾向がある。その結果として程々に効率的な燃料使用が達成されている。しかし、その様な直接駆動車両は、多くの短距離走行、交通中の頻繁な停止、長時間の低速運転等を含む典型的な自動車用途においては、良好な燃料効率を達成しない。

【0009】

発電機に動力を供給するために備えられている内燃機関がその最高の燃料効率の出力範囲内で動かされ、更に、車両に動力を供給する走行用電動モータが要求通りに動かされるのを可能にするために、電池がエネルギー貯蔵装置として使用される所謂「直列ハイブリッド」電気車両が自動車用途のために提案された。従って、エンジンは、効率的に動く様に、電池を充電すると共に走行用モータに要求通りに電力を供給する発電機にトルクを供給することによって、負荷を与えられてもよい。このシステムは、制限された到達距離と長い再充電時間とに関して前述されている電気車両の制限を克服している。従って、内燃機関が車輪に直接にトルクを加える従来の車両と比較して、直列ハイブリッド電気車両では、電池充電器として使用され直列に接続されている発電機、電池及び走行用モータを介してエンジンから車輪へトルクが加えられる。それらの部品間のエネルギー伝達は、エンジン出力の少なくとも約25%を消費する。更に、その様な部品は車両のコスト及び重量を相当に増加させる。特に、期待されている総ての要求、例えば加速中や登攀中等における程々の性能を可能にすること、を満たすのに十分なトルクを供給することができる電動モータは、かなり重く且つ高価である。従って、直列ハイブリッド車両は直ちに成功であるとは言えなかった。

【0010】

より将来性のある「並列ハイブリッド」の提案が、ベルマン等の米国特許第3,566,717号及び第3,732,751号に示されている。ベルマン等の特許では、内燃機関と電動モータとの両方が車輪に直接にトルクを供給することができる様にこれらの内燃機関と電動モータとが複雑な歯車列を介して釣り合わされており、車両は幾つかの異なるモードで運転される。内燃機関の出力が車両の駆動に必要な出力よりも多い場合（「第一モードの運転」）は、エンジンは一定速度で動かされ、余剰出力は電池での貯蔵のために第一のモータ／発電機（「速度装置」）によって電気エネルギーに変えられる。「第二モードの運転」では、内燃機関は車輪を直接に駆動して絞り弁を絞られる。エンジンが供給することのできる動力よりも多くの動力が必要な場合は、第二のモータ／発電機つまり「トルク装置」が必要時に追加トルクを供給する。

【0011】

この様にベルマン等は内燃機関によって別個に動力を供給される二つの別個の電動モータ／発電機を示している。つまり、「速度装置」が電池を充電し、「トルク装置」が車両を交通中に前進させる。エンジン制御の二つの別個のモードが必要であるので、この構造は追加的な複雑さ、コスト及び困難さの源である。更に、運転者は運転の幾つかモードの間

の移行を制御しなければならない。その様な複雑な車両は自動車市場に適していない。大量生産向けの自動車は、運転するのに従来の車両よりも複雑であってはならず、本質的に「間違えようのない」こと、つまり、運転者の過失によって引き起こされるかもしれない被害に対して抵抗力がなければならない。更に、ベルマン等によって示されている歯車列は非常に複雑で且つ経済的に製造することが困難である様に思われる。ベルマン等は一つかまたは偶数の二速変速機が必要とされるかもしれないということも指摘している。例えば、第3, 566, 717号特許の第3欄第19～22行及び第36～38行と第3, 732, 751号特許の第2欄第53～55行とを参照されたい。

【0012】

リンチ等の米国特許第4, 165, 795号も初期の並列ハイブリッド駆動装置を示している。10
エンジンが効率的な速度で動かれる時に、典型的な変速機に関して必要とされる平均動力をそのエンジンが略発生させる様に、比較的小さな内燃機関が備えられている場合に、最高の燃料効率が可能とされる、とリンチは主張している。最高で25馬力を発生させその最も効率的な速度である約2500rpmで17馬力を発生させるエンジンの例が示されている。このエンジンが最高約30馬力の電動モーター発電機と組み合わせられる。この車両は程々の性能を達成するために可変比変速機を必要としている。そのエンジンは必要時にはモータによって供給される追加トルクによって一定速度で連続的に動かされ、エンジンによって発生される余剰トルクは電池を充電するために使用されるらしい。第一実施形態では、モータによって供給されるトルクはエンジンを介して駆動輪に伝達され、第二実施形態では、それらの夫々の立場が逆にされる。20

【0013】

ニシダの米国特許第5, 117, 931号は、内燃機関を始動させ（電池を充電することによって）エンジンからの余剰トルクを吸収しまたは追加推進トルクを供給するために電動モータが使用され得る様に、組合せ歯車とモータ及びエンジンの相対回転速度を制御する手段とを含む「トルク伝達装置」内でモータからのトルクがエンジンからのトルクと併合されることがある、並列ハイブリッド車両を示している。トルク伝達装置と推進車輪との間に可変速変速機が連結されている。トルク伝達装置と可変速変速機との両方が複雑で重く高価な部品であり、これらの使用は避けるのが好ましい。

【0014】

ヘリングの米国特許第3, 923, 115号も、電動モータからのトルクと内燃機関からのトルクとを併合させるためのトルク伝達装置を有するハイブリッド車両を示している。30
しかし、ヘリングの特許では、モータ入力軸とエンジン入力軸との相対回転速度が固定されており、余剰電気エネルギーを貯蔵するために電池が備えられているのと同様に余剰機械エネルギーを貯蔵するためにはずみ車が備えられている。オルブライト・ジュニア等の米国特許第4, 588, 040号は、余剰エネルギーを貯蔵するために電池に加えてはずみ車を使用しており、種々の部品間に種々の複雑な機械的接続が備えられている、別のハイブリッド駆動機構を示している。エネルギー貯蔵のためにコンデンサも提案されており、ベイツ等の米国特許第5, 318, 142号を参照されたい。

【0015】

フヤルシュトロームの米国特許第5, 120, 282号は、二つの電動モータからのトルクが内燃機関によって発生されるトルクと併合される並列ハイブリッド駆動装置列を示している。40
トルクの併合は組合せ遊星歯車セットの複雑な構造によって実行され、可変比変速機なしで走行速度の変化を可能にするために特定されていない制御手段が主張されている。

【0016】

ハントの米国特許第4, 405, 029号及び第4, 470, 476号も、複数速変速機を含む複雑な歯車構造を必要とする並列ハイブリッドを開示している。より具体的に言えば、ハントの特許は並列ハイブリッド車両の幾つかの実施形態を開示している。電動モータは20mphまでの低速で車両を駆動してもよく、内燃機関は20mphよりも速い速度のために使用されてもよく、「15～30mphの様な或る速度範囲では両方の動力源50

が動かされてもよく……更に、重負荷状態では両方の動力源が利用され得る」とハントは指摘している（第4, 470, 476号特許の第4欄第6～20行を参照されたい）。「車両の速度に依存して電気動力源から内燃動力源に自動的に変わる自動切換え装置を車両が備えることができる」こともハントは指摘している（第4欄第12～16行）。

【0017】

しかし、詳細に後述されている様に、ハントの車両は本発明の目的を満たしていない。各々の実施形態におけるハントの車両は従来の手動変速機または自動変速機を必要としている。第2欄第6～7行を参照されたい。更に、「流体継ぎ手つまり従来の構造のトルクコンバータ」によって（内燃機関及び電動モータからのトルクが併合される）伝達装置に内燃機関が接続されている。第2欄第16～17行。その様な変速機と流体継ぎ手つまりトルクコンバータとは、非常に非効率的であり、重く大きく且つ高価であり、再び詳細に後述されている様に本発明の一つの目的によれば削除されることになっている。

10

【0018】

更に、ハントによって開示されている電池充電の最も重要な手段は、更に望ましくない複雑さつまり発電機構成中の電動モータを駆動するタービンを含んでいる。このタービンは、内燃機関からの廃熱によって燃料を補給される。第3欄第10～60行を参照されたい。ハントの内燃機関は、追加的に電池を充電するための交流発電機も備えており、更に複雑になっている。従って、本発明の目的を満たすハイブリッド車両、つまり、性能、コスト及び複雑さに関して従来の車両との競合力がありまた大幅に改善された燃料効率を達成するハイブリッド車両、をハントが教えていないことは明白である。

20

【0019】

カワカツの米国特許第4, 305, 254号及び第4, 407, 132号は、内燃機関の効率的な使用を可能にするために、従来の可変比変速機、電動モータ及び交流発電機を介して駆動輪に連結されている単一の内燃機関を含む並列ハイブリッドを示している。ハントの開示と同様に、エンジンは比較的効率的な範囲のエンジン速度で動かされることを意図されている。車両を推進させるために必要なトルクよりも多くのトルクをエンジンが発生させている時は、余剰分は電池を充電するために使用され、エンジンが不十分なトルクしか供給していない場合は、モータも動かされる。

【0020】

更に付け加えられたカワカツの米国特許第4, 335, 429号は、内燃機関と二つのモータ／発電機装置とを含むハイブリッド車両を示している。電池によって動力を供給される大きい方の第一のモータ／発電機は、エンジンによって供給されるトルクが不十分な場合に追加トルクを供給するために使用される。この大きい方のモータ／発電機は、エンジンによって供給される余剰トルクを電池によって貯蔵される電気エネルギーに変えることも行い、回生制動モードで使用される。小さい方の第二のモータ／発電機も、同様に必要時に追加トルクと追加回生制動とを供給するために使用される。

30

【0021】

より詳細には、後の方のカワカツ特許は、車両の推進にとって十分なトルクを供給する大きさに作られている単一の電動モータは十分な回生制動力を供給することができないと主張している。第1欄第50行～第2欄第8行を参照されたい。従って、示されている様にカワカツは二つの別個のモータ／発電機を備えており、別個のエンジン始動モータも備えられている。第6欄第22～23行を参照されたい。示されている実施形態では、大きい方のモータ／発電機は車輪駆動軸に接続されており、エンジンと小さい方のモータ／発電機は別個に制御可能な三つのクラッチを含む複雑な機構を介して車輪に接続されている。第5欄第50～62行を参照されたい。

40

【0022】

前述の範疇の一つ以上に区分される傾向のあるハイブリッド車両駆動装置を多数の特許が開示している。例えば、排気ガスが危険な建物内での運転のために電動モータが備えられており、戸外での運転のために内燃機関が備えられていて、電動運転と内燃運転との何れかを選択することを運転者が要求されるシステムを、多数の特許が開示している。低速で

50

の使用用の電動モータと高速での使用用の内燃機関とを含むハイブリッド車両を提案することも知られている。その技術は、最高トルクが必要とされる時にそれらの両方を使うことも提案している。幾つかの場合には、電動モータが一組の車輪を駆動し、内燃機関が別の組の車輪を駆動する。一般に、シーの米国特許（第4, 180, 138号）、フィールズ等の米国特許（第4, 351, 405号）、ケニオンの米国特許（第4, 438, 342号）、クローリングの米国特許（第4, 593, 779号）及びエラーズの米国特許（第4, 923, 025号）を参照されたい。

【0023】

これらの特許の多くが、多数の追加の言及を行いながら、可変速変速機を必要とするハイブリッド車両駆動装置を示している。前述の様な変速機は、内燃機関と電動モータとの少なくとも一方が低速で十分なトルクを供給することができない場合に一般に必要とされる。ローゼンの米国特許（第3, 791, 473号）、ローゼンの米国特許（第4, 269, 280号）、フィアラの米国特許（第4, 400, 997号）及びウー等の米国特許（第4, 697, 660号）を参照されたい。キノシタの米国特許（第3, 970, 163号）は三速変速機を介してガスタービンエンジンが走行用車輪に連結されているこの一般的な様式の車両を示しており、低速で追加トルクを供給するために電動モータが備えられている。

【0024】

一般的に前述の様な直列ハイブリッド車両の更に付け加えられた例のために、ブレイの米国特許（第4, 095, 664号）、カミングスの米国特許（第4, 148, 192号）、モナコ等の米国特許（第4, 306, 156号）、パークの米国特許（第4, 313, 080号）、マッカーシーの米国特許（第4, 354, 144号）、ハイデマイヤーの米国特許（第4, 533, 011号）、カワムラの米国特許（第4, 951, 769号）及びスズキ等の米国特許（第5, 053, 632号）を参照されたい。これらの幾つかは、ハイブリッド車両の製造または使用で生じている特定の問題か、申し立てられている特定の設計改善を扱っている。例えば、パークは電池の充電及び放電特性の或る細目を扱っており、マッカーシーは、二つの電動モータを駆動する内燃機関を含んでおり、二つの電動モータによって発生されたトルクが、連続的に可変のギヤ比を与える複雑な差動装置内で併合される、複雑な駆動システムを示している。ハイデマイヤーは、第一の摩擦クラッチによって内燃機関を電動モータに接続し、第二の摩擦クラッチによってモータを変速機に接続することを示している。

【0025】

本発明の内容と一般的な関連を有する他の特許としては、内燃機関としてガスタービンを使用する直列ハイブリッドを示しているトイの米国特許（第3, 525, 874号）、制限された電流容量の電池が使用され得る様に、直列ハイブリッドの内燃機関用の圧縮空気かまたは類似の機械的始動装置の使用を示しているヤードニの米国特許（第3, 650, 345号）、及びサイリスタ電池充電及びモータ駆動回路における改良を扱っているナカムラの米国特許（第3, 837, 419号）がある。多少更に離れているが一般的な関心があるものには、ディーイの米国特許（第3, 874, 472号）、ホルウィンスキーの米国特許（第4, 042, 056号）、ヤングの米国特許（第4, 562, 894号）、キーディーの米国特許（第4, 611, 466号）、レクセンの米国特許（第4, 815, 334号）、モリの米国特許（第3, 623, 568号）、グレイディー・ジュニアの米国特許（第3, 454, 122号）、パプストの米国特許（第3, 211, 249号）、ニムス等の米国特許（第2, 666, 492号）、及びマツカタの米国特許（第3, 502, 165号）の開示がある。並列ハイブリッド車両駆動システムを示している追加の参考文献としては、フローリッヒの米国特許（第1, 824, 014号）及びラインベックの米国特許（第3, 888, 325号）がある。メディナの米国特許第4, 578, 955号は、電池を充電するために必要時に発電機を駆動するためにガスタービンが使用されるハイブリッドシステムを示している。本発明の或る特徴に特に興味のあることは、電池パックは144ボルト、168ボルトまたは216ボルトの範囲内の電圧を有するべき

であり、発電機は400～500アンペアの範囲内の電流を加えるべきである、ということとをメディアが開示していることである。これらの高い電流は相当な抵抗熱損失を伴いその上に総ての電気接続がボルト及びナットの様な確実な機械的手段かまたは溶接によって行われることを必要とする、ということが当業者には分かる。より具体的に言えば、安全上の理由のため及び工業慣例に従って、約50アンペアよりも多い電流は、便利で且つ経済的なために好まれている従来の差込み式接続器によっては通され得ず、（従来の始動装置と電池ケーブルとの接続で使用されている様な）遥かに重く、より高価で且つより便利さの少ない固定接続器によって通されなければならない。従って、ハイブリッド車両の電動モータをより低い電流で動かすことが望ましい。

【0026】

10

ウィーバーの米国特許第5,765,656号も、内燃機関としてガスタービンが使用されており水素が好ましい燃料である直列ハイブリッドを示している。

【0027】

ヤマカワの米国特許第4,439,989号は、負荷が低い場合には一つの内燃機関のみが動かされる必要がある様に二つの別個の内燃機関が備えられているシステムを示している。この構造は製造するのに複雑で且つ高価である。

【0028】

ハイブリッド車両駆動装置の種々の特徴に関する詳細な記述が、カルバーラーの「乗用車及びタクシー用の電気ハイブリッド駆動システム」米国自動車技術者協会論文第910247号（1991年）に見出されるかもしれない。最初に、カルバーラーは、「純粋な」電気駆動装置列と直列ハイブリッド駆動装置列と並列ハイブリッド駆動装置列とを比較して、少なくとも一般用途向けの場合は並列ハイブリッドが望ましい（つまり、低速及び制限された範囲の都会での運転という或る狭い条件下では純粋な電気車両が有用かもしれない）と結論付けている。それから、カルバーラーは、その図4に関して並列ハイブリッドの種々の形式を比較して、内燃機関が第一対の車輪を駆動し電動モータが第二対の車輪を駆動する構造が最も実用的な構造であると結論付けている。より詳細には、カルバーラーは内燃機関及び電動モータからのトルクを機械的に併合することは非実用的であると指摘している。

20

【0029】

ガードナーの米国特許第5,301,764号及び第5,346,031号がカルバーラーの教えに従っており、その中でガードナーは、少なくとも二対の車輪を別個に駆動すること、つまり、第一対の車輪が第一の電動モータによって駆動され、第二対の車輪が第二の電動モータかまたはその代わりに小さな内燃機関によって駆動されること、を示している。車両の運転モードに依存して種々の駆動トルク源が車輪に接続されたり発電機に接続されたりするのを可能にするために、三つの別個のクラッチが備えられている。内燃機関は、連続的に動かされ、車両が巡航モードにある場合には駆動トルクを供給し、その他の場合には電動モータに動力を供給する電池を充電するために使用される。

30

【0030】

バロックの「ハイブリッド車両及び電気車両の実行可能性に関する重量、体積、動的動力範囲及びエネルギー容量の技術的制約」米国自動車技術者協会論文第891659号（1989年）は、電気車両に与えられる負荷の観点から電気車両の詳細な理論的分析を与えており、また、利用可能な種々の電池様式に関する注意深い分析を与えている。異なる特性の二つの電動モータを有しており可変速変速機を介して車輪を駆動する車両が自動車用途に最適であるとバロックは結論付けている。図8の記述を参照されたい。バロックは、電池を充電させるために内燃機関を使用することも提案しているが、エンジンのトルクをモータからのトルクと併合することを扱っていない。第24～25頁を参照されたい。

40

【0031】

電気及びハイブリッド車両技術、第SP-915巻、1992年2月米国自動車技術者協会発行、に別の関連論文が集められている。IEEEスペクトル、第32,7巻（1995年7月）における、ウォウクの「ハイブリッド：その時と現在」、ベイツの「フォード

50

HEVで旅行中」、及びキング等の「輸送バスはハイブリッド路線を選ぶ」も参照されたい。

【0032】

アーバン等の米国特許第5, 667, 029号は並列ハイブリッドの二つの実施形態を示しており、第一実施形態は図1～9及び11に示されており、第二実施形態は図12～17に示されている。両方の実施形態は、類似の運転モードを含む多数の共通の特徴を有している。第一実施形態では、内燃機関が走行用車輪かまたは発電機にトルクを供給し、二つの電動モータは走行用車輪にトルクを供給するかまたは回生制動中に電池を充電することができる。エンジン及びモータからのトルクは、可変比変速機への入力軸で併合される。例えば、モータを回転させることなくエンジンのトルクが走行用車輪に印加されるのを可能にするために、一方向クラッチが備えられている。

【0033】

第6欄第25～54行に示されている様に、種々の運転モード間の或る移行が、アクセルペダルの位置に応答して自動的に行われる。例えば、もし運転者が既定位置を越えてペダルを押し下げなければ、車両を推進させるために内燃機関のみが使用され、もし運転者ももっと十分にペダルを押し下げれば、電動モータも動かされる。運転モードにおけるその他の変化は運転者によって直接に行われなければならない。例えば、短期間の走行のためには、運転者が適切な制御動作を行うことによって、車両が「純粋な電気」車両として運転されてもよい。第7欄第49～56行を参照されたい。

【0034】

アーバン等の設計は多数の重大な欠陥に苦しんでいる様に思われる。最初に、内燃機関は、通常の状態の巡航速度まで車両を加速し（第5欄第3～10行を参照されたい）且つ巡航中の車両を推進させるためにも（第6欄第48～54行を参照されたい）必要な総てのトルクを供給する、と明言されている。電動モータは急加速中及び登攀中にのみ使用されることになっている。第5欄第10～13行。連続可変比変速機及びトルクコンバータを介して運転される20馬力エンジンは、この目的に十分であると明言されている。そのような部品は明らかに複雑且つ高価であり、その上、トルクコンバータは周知の様に非効率的である。更に、低速走行用の唯一の動力源として内燃機関を使用することは、例えば交通信号灯の位置で内燃機関が低速で動かされることを要求し、このことは非常に非効率的で且つ非常に汚染的である。（電池を充電するために余剰トルクが使用され得ることを種々の追加の参考文献が提案している。もしこのことがアーバンのシステムに組み入れられていれば、車両が静止中でもエンジンは程々に効率的な出力レベルで動かされるが、このことは高いレベルの騒音及び振動に通じる。何れにしても、アーバンはこの可能性を考慮に入れている様には思われない。）

【0035】

他方、低速条件下では車両が「純粋な電気」車両として運転され得ることをアーバンは提案しているが、このことは運転者に明示的な制御入力を与えることを要求する。大気汚染及びエネルギー消費の低減というアーバンの明言されている目的を達成するために必要な程の量の販売向けの車両では、この複雑さは容認できない。示されている様に、商業的成功の如何なる機会をも手に入れるために、ハイブリッド車両の運転は使用者にとって本質的に「間違えようのないこと」つまり「分かり易いこと」でなければならない。

【0036】

アーバンの第二実施形態は、機械的により簡単であり、単一の直流電動機を使用しており、この直流電動機を介してエンジンから可変比変速機にトルクが伝えられるが、同じ運転上の欠陥に苦しんでいる。

【0037】

アーバン等の第二の米国特許第5, 704, 440号は、第5, 667, 029号特許の車両の運転方法に向けられており、同じ不十分さを経験している。

【0038】

種々の記事が、間もなく商業的に利用できると明言されているトヨタ自動車の幾つかの型

のハイブリッド車両を記述している。例えば、ヤマグチの「トヨタはガソリン／電気ハイブリッドシステムを準備させている」、自動車工学、1997年7月第55～58頁、ウィルソンの「電気でもガソリンでもなくその両方」、自動車ウィーク、1997年6月2日、第17～18頁、バルジンの「未来は動いている、静かに」、自動車ウィーク、1998年2月23日、第12、13頁、及び「トヨタの電気車両及びハイブリッド車両」、トヨタのパンフレットを参照されたい。ナガサキ等の「トヨタハイブリッドシステム用ハイブリッド／電池ECUの開発」米国自動車技術者協会論文第981122号（1998年）、第19～27頁に、トヨタの車両の伝動装置に関する更に詳細な記述が見出される。ウィルソンの記事によれば、トヨタはこの車両を「直並列ハイブリッド」として記述している。付けられている標語にも拘らず、その伝動装置は前述のベルマンの特許における伝動装置に類似している様に思われる。つまり、内燃機関と電動モータとの一方または両方からのトルクは、「動力分配機構」中で制御可能に併合され、可変比変速機の機能を与える惑星歯車セットを介して駆動輪に伝えられる。ナガサキの記事の第19～20頁を参照されたい。

10

【0039】

フルタニの米国特許第5,495,906号は、可変比変速機を介して第一組の車輪を駆動する内燃機関と第二組の車輪を駆動する電動モータとを有する車両を記述している。そのエンジンは明らかに連続作動向けである。つまり、低速では、モータにエネルギーを供給する電池を充電するためにエンジンが発電機を駆動し、それよりも高速では、エンジンかまたはエンジンとモータとの両方が車両を推進させる。幾つかの状況では変速機は必要とされないかもしれない。例えば第3欄第4～8行と第5欄第59～64行とを比較されたい。

20

【0040】

フランクの米国特許第5,842,534号はハイブリッド車両用の「充電消耗」制御方法を示している。この機構では、本質的に、車両がその他の方法では再充電地点に到達することができない様な電池の状態の場合にのみ、内燃機関が使用される。第3欄第50～55行を参照されたい。通常の運転では電池は外部電力源から再充電される。前もって設定された位置を越えてブレーキペダルが押し下げられた時に、回生制動に加えて機械式ブレーキがかみ合わされる、二モードブレーキペダル運転をも、フランクは記述している。

【0041】

レイター等の米国特許第5,823,280号は、内燃機関並びに第一及び第二の電動モータの軸が総て同軸である並列ハイブリッドを示している。エンジンはクラッチによって第一のモータに接続されており、第一のモータは遊星歯車セットによって第二のモータに接続されており、第一及び第二のモータをそれらの最も効率的な範囲で動かす様に第一及び第二のモータの速度が変えられるのを可能にしている。第4欄第57行～第5欄第60行を参照されたい。

30

【0042】

ナカエ等の米国特許第5,826,671号は、内燃機関からのトルクがモータからのトルクと遊星歯車セット中で併合され、内燃機関とモータとの間にクラッチが備えられている、並列ハイブリッドを示している。その具体的な発明は、未燃焼燃料の排出を制限し、その結果として排出を低減させるために、エンジンの暖機状態の検出に関するものである。

40

【0043】

タニグチ等の米国特許第5,846,155号は、内燃機関及びモータからのトルクが遊星歯車セット中で再び併合される並列ハイブリッドを示している。その具体的な改良は連続可変変速機の使用である様に思われる。

【0044】

別個の動力源、例えば内燃機関及び電動モータ、を車両の駆動輪に接続するための手段として遊星歯車セットを使用することには固有の重大な制限が存在すること、つまり、もし遊星歯車セットが効果的にロックされていなければ（これは、例えばトヨタの車両にお

50

る、連続可変変速機としての遊星歯車セットの使用にとっては非常に嫌がられることであるが)、遊星歯車セットは出力トルクの加法併合ではなく軸速度の加法併合を行うことができる、ということが当業者には分かる。従って、電動モータと内燃機関との両方の出力トルクの加法併合という並列ハイブリッド駆動装置列の主な利点は、遊星歯車セットがロックされていない場合にしか利用できない。この事実はレイターによって、例えば第6欄第27行に、認められている。

【0045】

まずまずの興味がある追加の開示がビューグリオン等の米国特許第5, 845, 731号にある。この特許は1998年12月8日に発布されているので本発明の特許請求の範囲に対する参考文献としては必ずしも利用できない。ビューグリオン等によって示されている基本的な伝動装置は、第一のクラッチ18を介して第一の電動モータ20に連結されており且つ第二のクラッチ24を介して第二の電動モータ26に連結されている内燃機関12を含んでいる。車輪は(第3欄第8行から明らかな様に)第二のモータ26によって駆動される。ビューグリオン等によって与えられているハイブリッド作動機構の全体が図4に図示されている。低速では、エンジンが停止しているか空転しているかまたは発電機としての一方のモータを駆動している状態で、車両を推進させるために一方または両方のモータが使用されてもよい。低速巡航中は第二のモータが車両を推進させ、高速巡航中はエンジンが車両を推進させる。高速時に加速が必要とされる場合は、車両を推進させるためにエンジン及び両方のモータが使用されてもよい。可変比変速機が不必要かもしれないこと(第3欄第9行)、及びエンジンを始動させるために第一のモータが使用され得ること(第4欄第8~15行)をも、ビューグリオン等は指摘している。

【0046】

「電氣的ピーキングハイブリッド」車両を示しているエーサニの米国特許第5, 586, 613号も興味がある。エーサニの車両は幾つかの実施形態で示されている。各々の実施形態で、電池を充電するために余剰トルクが使用され、またエンジンの出力トルクが不十分な場合は追加推進トルクを供給するために一つ以上のモータが使用されつつ、エンジンは明らかに連続的に動かされる。エーサニの車両の幾つかの実施形態で変速機が備えられている。二つのモータを含む実施形態が、図7に示されており、原文の第9欄第4~5行に記述されている様に改変され得る。図7自体は、第一の「電気機械」つまり発電機として作動し得るモータによって第一組の車輪を駆動することを示している。この駆動構造は第二の駆動構造から独立しており、その結果、第一のクラッチを介して第二の電気機械に接続され第二のクラッチによって第二組の車輪に接続されているエンジンによって、第二組の車輪が駆動される。その他の方法で第一の電気機械に連結されている駆動軸もエンジンによって駆動され得ると、エーサニは第9欄第4~5行で提案している。第一の電気機械が維持されるとは明示されていないが、多分そうであり、さもなければ、四つの車輪の総てが共通の駆動軸によって駆動される様に改変された場合のエーサニの図1の実施形態に改変された図7の実施形態が同じになってしまう。

【0047】

本願は、本文中に組み入れられている本願の発明者の米国特許第5, 343, 970号に開示されているハイブリッド車両に対する多数の改良及び強化を開示している。相違点が言及されていない場合は、第5, 343, 970号特許に示されている車両設計の細目は本文中に示されている車両にも適用できることが理解されるはずである。本文中における第5, 343, 970号特許の記述は、その特許請求の範囲を制限する様に解釈されるべきではない。

【0048】

一般的に言えば、第5, 343, 970号特許は、内燃機関と電動モータと車両の駆動輪との間でトルクを伝達することのできる制御可能なトルク伝達装置が備えられているハイブリッド車両を開示している。様々な運転状態に互って非常に効率的な運転を提供し且つ良好な性能を提供するために、トルクの伝達方向は車両の運転モードに応答してマイクロプロセッサによって制御される。実質的な電池バンクに貯蔵されている電気エネルギーか

または可燃性燃料として貯蔵されている化学エネルギーかの何れかのエネルギーの流れも、同様にそのマイクロプロセッサによって制御される。

【0049】

例えば、第5, 343, 970号特許に開示されているハイブリッド車両の運転機構によれば、都会での低速運転では、電動モータが、電池から流れるエネルギーに応答して、必要とされる全トルクを供給する。内燃機関が効率的に動かされ得る高速道路での高速運転では、内燃機関が一般に全トルクを供給し、加速や登攀や追い越しのために必要時には電動モータによって追加トルクが供給されることがある。電動モータは、内燃機関を始動させるためにも使用され、また固体マイクロプロセッサ制御インバータによるその巻きの適切な接続によって発電機として動かされ得る。例えば、都会での交通中における長期間の電池のみの作動後等に電池バンクの充電状態が比較的消耗されている場合は、内燃機関が始動されて電池バンクの効率的な充電のためにその最高トルク出力の50～100%の間でモータを駆動する。同様に、制動中や下り坂中は、車両の運動エネルギーが回生制動によって貯蔵電気エネルギーに変えられ得る。

10

【0050】

第5, 343, 970号特許に示されているハイブリッド駆動装置列は、本発明によって保有されている先行技術に対して多くの利点を有している。例えば、電動駆動モータは比較的高出力、具体的に言えば、内燃機関の出力以上の出力になる様に且つ低速において高トルク出力特性を有する様に選択されており、このことは従来の複数速変速機が削除されることを可能にしている。先行技術と比較して、電池バンク、モータ/発電機及び関連電力回路が比較的高電圧及び比較的低電流で動かされ、このことが抵抗熱損失を低減させ且つ部品の選択及び接続を簡単にしている。

20

【0051】

従って、第5, 343, 970号特許を含む先行技術は、内燃機関をその最も効率的な作動範囲内で動かすことが望ましいこと、及び内燃機関の負荷をならすために電動モータに供給されるエネルギーを貯蔵するために電池が備えられてもよいことを明瞭に開示しているが、改良のための相当な余地が残っていることが分かる。特に、並列ハイブリッドシステムの作動の柔軟性を得つつ、並列ハイブリッドシステムの運転パラメータを最適化し、また、第5, 343, 970号特許を含む先行技術で示されている並列ハイブリッドシステムと比較して大幅に単純化された並列ハイブリッドシステムを提供することが求められている。

30

【0052】

【発明が解決しようとする課題】

現在の内燃機関車両及びハイブリッド車両と比較して大幅に増大された燃料経済と低減された汚染物質の排出とを実現しまた性能、運転のしやすさ、コスト、複雑さまたは重量で重大な不利益を受けない、改良されたハイブリッド電気車両を提供することが本発明の目的である。

【0053】

現在の内燃機関車両及びハイブリッド車両と比較して大幅に増大された燃料経済と低減された汚染物質の排出とを実現し、従来の車両に慣れており特別な訓練をしていない運転者によって効率的に運転され、従来の車両を支えるために何年にも互って開発された現存する社会資本の改変を必要としない、改良されたハイブリッド電気車両を提供することが本発明の目的である。

40

【0054】

より具体的に言えば、運転者が新しい運転技術を習得することも新しい燃料供給構造を扱うことも複雑な新しい技術を使用している電池の保守にやむなく気を配ることも必要ない様に、現在広く利用可能な燃料で動き、また、既に十分に理解されており且つ広く利用可能な電池を使用する、改良された車両を提供することが本発明の目的である。

【0055】

勝手のよさ、性能またはコストでどんな不利益も受けることなく最高の燃料効率を実現す

50

る様に制御される車両の駆動輪に、内燃機関と二つの別個に制御される電動モータとが別個にまたは同時にトルクを供給することができる、改良された直並列ハイブリッド電気車両を提供することが本発明の更に特有の目的である。

【0056】

相当な燃料経済と作動中の望ましくない汚染物質の低減された排出とを実現するためにエンジンが実質的に最適な条件で動く様に、共に内燃機関の定格出力の少なくとも100パーセントに等しく更に好ましくは約150～200パーセントに等しい出力を供給する二つの電動モータを具備する、直並列ハイブリッド電気車両を提供することが本発明の更に付け加えられた目的である。

【0057】

より詳細には、内燃機関は中位の速度及び高速道路の速度での運転に必要とされる平均的な動力を効率的に供給する大きさに作られており、別個に制御される二つの電動モータは共に加速及び登攀に必要とされる追加的な動力を加える大きさに作られている、直並列ハイブリッド電気車両を提供することが本発明の目的である。

【0058】

電動モータ及び電池充電回路が約30～50アンペア以下の連続電流（最高負荷状態では著しくもっと大きな電流が短期間の間に流れるかもしれないが）で動き、その結果、抵抗熱損失が非常に低減され、そのため、安価で且つ簡単な電気製造技術及び接続技術が使用され得る、直並列ハイブリッド電気車両を提供することが本発明の更に別の目的である。

【0059】

第5, 343, 970号特許に示されている制御可能なトルク伝達装置を必要としないが、第5, 343, 970号特許に示されているハイブリッド車両の機能上の利点を提供する、車両用ハイブリッド駆動システムを提供することが本発明のより具体的な目的である。

【0060】

最近の制御入力に依存して、与えられた瞬間制御入力に異なって応答する様に、例えば、運転者によるアクセルペダルの緩やかな押し下げと積極的な押し下げとを区別する様に、ハイブリッド駆動装置列を制御する制御方法を提供することが本発明の別の具体的な目的である。

【0061】

かなり高いRPMでのエンジンの始動を可能にし、エンジンの始動及び絞り弁の絞り並びに触媒式排気ガス浄化装置の予熱中に供給される燃料／空気混合物を制御し、未燃焼燃料の排出を最小限にし、更に燃料経済を改善するために、本発明の改良されたハイブリッド駆動装置列によって与えられる制御の柔軟性を使用することが本発明のより具体的な目的である。

【0062】

基底速度までは実質的に一定のトルクを発生させ、その後は、発生されるトルクが車両の推進にも使用され得る様にエンジン始動モータとして実質的に一定の出力を発生させる、モータの使用を可能にするために、本発明の改良されたハイブリッド駆動装置列によって与えられる制御の柔軟性を使用することが本発明のより具体的な目的である。

【0063】

本発明のその他の特徴及び目的は下記で記述が進むに連れて明らかになる。

【0064】

【課題を解決するための手段】

前述の様に、内燃機関、電動モータ及び車両の駆動輪の間でトルクを伝達することのできる制御可能なトルク伝達装置を備えるハイブリッド車両を、第5, 343, 970号特許が開示している。その図3～11を参照されたい。様々な運転状態に互って非常に効率的な運転を提供し且つ良好な性能を提供するために、トルクの伝達方向は車両の運転モードにตอบสนองしてマイクロプロセッサによって制御される。実質的な電池バンクに貯蔵されている電気エネルギーかまたは可燃性燃料として貯蔵されている化学エネルギーかの何れかの

10

20

30

40

50

エネルギーの流れも、同様にそのマイクロプロセッサによって制御される。

【0065】

本発明によれば、共に適切な場合に発電機として及び走行用モータとして作動可能な二つの別個のモータで、第5, 343, 970号特許に示されている単一の電動モータを置き換えることによって、第5, 343, 970号特許に示されている制御可能なトルク伝達装置が削除されている。本願の図3、4を参照されたい。車両の運転モードと車両の運転者によって与えられる入力命令とにตอบสนองしてマイクロプロセッサによって操作されるクラッチによって、エンジンが駆動輪に接続される。第5, 343, 970号特許と同様に、所望の巡航速度の範囲の間十分なトルクを供給する大きさに作られている内燃機関が、備えられており、必要時に電池充電のために使用される。比較的高出力の「走行用」モータが車両の出力軸に直接に接続されている。その走行用モータは、車両を低速状態で推進させるためのトルクを供給し且つ、例えば高速運転中の加速、追い越しまたは登攀のために、必要時に追加トルクを供給する。

10

【0066】

本発明によれば、比較的低出力の始動モータも、備えられており、必要時に車両を推進させるトルクを供給するために使用され得る。この第二のモータは内燃機関を始動させるためにこの内燃機関に直接に接続されている。始動のために低速（例えば、60～200rpm）で内燃機関を回転させ、始動のために濃い燃料／空気混合物の準備を必要とする、従来の始動モータとは違って、本発明による始動モータは、始動のために比較的高速、例えば300rpm、でエンジンを回転させる。このことは、従来よりも遥かに少ない濃い燃料の燃料／空気混合物でエンジンを始動させ、望ましくない排出を著しく低減させ、始動時の燃料経済を改善することを可能にする。エンジン排気中の未燃焼燃料を触媒作用で燃焼させるために備えられている触媒式排気ガス浄化装置がエンジンの始動前に効果的な運転温度まで予熱され、このことが排出を更に低減させる。

20

【0067】

詳細に記述されている実施形態では、始動モータはエンジンに直接に接続されており、この組合せがトルク伝達用のクラッチによって走行用モータに接続されており、それから走行用モータの出力軸が車両の走行用車輪に接続されている。他の実施形態では、エンジン／始動モータの組合せがクラッチを介して最初の組の走行用車輪に接続されていて走行用モータが他の組の走行用車輪に直接に接続されていてもよい。更に付け加えられた実施形態では、複数の走行用モータが備えられていてもよい。各々の場合に、エンジンはクラッチの制御によって走行用車輪から制御可能に切り離される。例えば、車両の運転状態と現在の運転者の入力とにตอบสนองして電気式または油圧式の作動器を制御するマイクロプロセッサによって、クラッチのかみ合わせが制御される。

30

【0068】

例えば、低速運転中は、エンジンが車輪から切り離される様に、クラッチが解放される。その場合、車両は「純粋な」電気自動車、つまり動力が電池バンクから引き出されて走行用モータに供給される自動車、として運転される。電池が比較的消耗する（例えば、完全充電の50%まで放電する）と、内燃機関を始動させるために始動モータが使用され、その場合、内燃機関は燃料の効率的使用のために比較的高トルク出力（例えば、その最高トルクの約50～100%の間）で動き、始動モータは電池バンクを再充電するために高出力発電機として動かされる。

40

【0069】

同様に、走行用モータのみから利用可能な動力よりも多くの動力を運転者が要求する場合には、例えば高速道路への加速時には、始動モータが内燃機関を始動させる。内燃機関が有用なトルクを発生させるエンジン速度に到達した時に、エンジンと始動モータとが追加トルクを供給することができる様に、クラッチがかみ合わされる。前述の様に、エンジンは始動のために比較的高速で回転させられ、そのためエンジンは有用な速度に迅速に到達する。

【0070】

50

第5, 343, 970号特許と同様に、エンジンは適切な高速道路巡航速度の範囲に車両を維持するのに十分な動力を供給した良好な燃料効率を与えるトルク範囲で動かされる様な大きさに作られている。もし、例えば登攀や追い越しのために追加動力が必要であれば、走行用モータと始動モータとの少なくとも一方が必要時にかみ合わされ得る。例えば下り坂や減速中に車両の運動エネルギーを電力に変換するために、両方のモータが発電機として動かされ得る。第5, 343, 970号特許と同様に、可変速変速機等を使用することなく良好な性能を与えるために必要なので、二つのモータの最高出力が共にエンジンの定格出力に少なくとも等しい。

【0071】

車両の運転のこれらの特徴の各々において、第5, 343, 970号特許と同様に、車両の運転者は運転中に車両のハイブリッドの特徴を考慮に入れる必要はなくアクセルペダルとブレーキペダルとの操作によって制御入力を与えるだけでよい。マイクロプロセッサは、これらの入力及びその他の入力に基づいて車両の適切な運転状態を決定し、それに応じてハイブリッド駆動装置列の種々の部品を制御する。

【0072】

これらのモータの各々がそれらへの要求に対して最適化され得る様に、これらのモータの一方または両方をエンジンとは異なる回転速度で動かすことも本発明の範囲内である。より具体的に言えば、もしモータが比較的高いRPMで動かされ得るならば、モータは一般にもっと小さくされ得る。9000~18,000RPMまで動くモータは本発明にとって適切である様に思われる。しかし、内燃機関をこの速度で動かすことは、多分望ましくないレベルの騒音及び振動を生じさせ、内燃機関の性能特性を望ましくない様に制約する。従って、例えば、従来と同様に、より多くの歯のあるはずみ車に連動しているピニオンを介して始動モータがエンジンを駆動してもよい。同様に、チェーンかベルトか歯車による減速装置を介して走行用車輪を駆動する比較的高速の装置としての走行用モータを備えることが望ましいかもしれない。一般に好ましい実施形態では、始動モータは本質的にエンジンのはずみ車になりエンジン速度で回転する「面板」モータかまたは「パンケーキ」モータとして形成されており、走行用モータはチェーン駆動減速装置によって車両の駆動軸に接続されている遥かに高速の誘導モータである。前述の様に、クラッチがかみ合わされている時にエンジンと二つのモータとを同じ速度で動かして、中間の歯車列等の機械部品とこれらの使用によって引き起こされる付随のコスト、複雑さ、重量、はっきり聞き取れる騒音及び摩擦損失とを回避することも、本発明の範囲内である。

【0073】

しかし、総ての場合において、二つのモータ及びエンジンの回転速度は互いにまた走行用車輪の速度に対して固定されている。モータ及びエンジンと走行用車輪との間には、本発明のハイブリッド伝動装置によって、複数速変速機が必要とされない。

【0074】

本発明によって与えられる他の改良は、直列接続されている二つの電池バンク中の電池に、バンク間の中央位置でそれらの電池に接続されている車両車台を備えることを含んでいる。この「中央位置車台」接続は、種々の回路部品と車両車台との間の電圧を半分程度にまで低減させ、必要とされる電気絶縁を著しく低減させ、インバータ回路で使用されている電力半導体の放熱の様な問題を簡単にする。前述の様に二重の電池バンク及び二重の電動モータを備えることは、車両の機能を低下させることなく或る部品の故障を許容する冗長度も与える。

【0075】

好ましい実施形態では、走行用モータと始動モータとの両方が四相以上のAC誘導モータであり、付随の電力回路は少なくとも三相以上好ましくは五相の電流を供給し、このことが一つ以上の部品の故障後でも車両が作動するのを可能にしている。第5, 343, 970号特許の図14に図示されている様なrpmの関数として変化するトルク出力特性を走行用モータ及び始動モータが有する様に、つまり、これらのモータが基底速度までは実質的に一定のトルクを発生させ高速では実質的に一定の出力を発生させる様に、これらのモ

ータとこれらのモータを駆動するインバータ／充電器とが選択され且つ動かされるべきである。最高速度に対する基底速度の比率は約3対1と約6対1との間で変化可能である。それに比べると、エンジン始動モータとして従来から使用されている直巻きDCモータは非常な低速でのみ非常な高トルクを発生させ、それらのトルク出力は高速で急に低下する。その様な従来の始動モータは本発明のシステムには不満足である。

【0076】

実質的に一定状態の運転中は、例えば高速道路での巡航中は、制御システムは、運転者の命令に応答して、可変トルク出力レベルでエンジンを動かす。エンジントルク出力レベルの許容範囲は、エンジンが良好な燃料効率を与える範囲に制約されている。例えば追い越し中や登攀中に、車両のトルク要求がエンジンの最高の効率的トルク出力を超える場合は、追加トルクを供給するために電動モータの一方または両方が動かされる。例えば下り坂で惰走中や制動中に、車両のトルク要求がエンジンによって効率的に供給される最低のトルクより少ない場合は、余剰のエンジントルクは電池を充電するために使用される。エンジンからのトルクと車両の運動エネルギーとの両方が発電機モードの一方または両方のモータを駆動する時に、同時に回生充電が行われてもよい。エンジンによるトルク出力の変化率は充電の電池状態に従って制御されてもよい。

【0077】

車両の瞬間トルク要求や電池の充電状態やその他の運転パラメータに依存して、車両は異なるモードで運転される。運転モードは、詳細に後述されている制御方法に応じて、マイクロプロセッサによって選択される。それに応じて運転モードが選択される被検知パラメータの値は、最近の履歴や不断に繰り返される走行のマイクロプロセッサによる分析に依存して変化してもよく、履歴現象を示してもよく、そのため、被検知パラメータの一つは規定された設定値の回りで変動するので運転モードは単純に反復的には切り換えられない。

【0078】

本発明の前述の及びもっと更に付け加えられた目的、特徴及び利点は、本発明の具体的な実施形態に関する下記の詳細な記述を考慮に入れれば、特に、同じ部品を示すために種々の図面中の同じ参照数字が利用されている添付図面と共に解釈されれば、明白になる。もし添付図面が参照されれば、本発明がもっと理解されるはずである。

【0079】

【発明の実施の形態】

便宜上第5, 343, 970号特許からここで複製された図1をとりわけ参照すると、3, 300ポンドの典型的なセダンにおいて自動変速機と共に使用された時の典型的な火花点火ガソリン燃料内燃機関の出力対エンジン速度(RPM)を曲線10が表している。見て分かる様に、利用可能な最高エンジン出力は約5,000RPMで約165馬力である。その様な車両の平均出力要求も図1に曲線12で示されている。曲線12上の点C、S及びHは、夫々都会、郊外及び高速道路での運転における平均燃料消費を示している。曲線12上の点Cは、典型的な都会での運転に必要とされる平均出力が5馬力未満であることを示している。点Sは郊外での運転で消費される平均出力が10馬力であることを示しており、点Hは高速道路での一定速度の運転に必要とされる出力が約30馬力にしか過ぎないことを示している。従って、車両は、加速中や登攀中を除いて常に非常に過剰に出力を供給されている。

【0080】

図1はエンジンの相対燃料消費を示す点曲線も含んでいる。見て分かる様に、程々の燃料効率つまり少なくとも約105パーセントの相対燃料消費(100%が理想的である)は、エンジンが約2,000~4,000RPMで動かされ且つ約75~150馬力を発生させる場合にのみ、達成される。従って、典型的な内燃機関はその最高出力の約50~約90%を発生させる場合にのみ程々の効率で動かされる、ということを図1は示している。典型的な車両は極端な加速状態や登攀状態中にしかその様な大幅な出力を必要としない。

10

20

30

40

50

【0081】

従って、典型的なエンジンは比較的短い間隔中でしか効率的に動かされないということが分かる。より具体的に言えば、低出力では、摩擦及びポンプ作用に起因する損失がエンジンの全トルクの大きな部分を消費し、そのため、車両を推進させるために小さな部分しか利用できない。見て分かる様に、曲線12上の点Hで示されている典型的な高速道路での運転中における相対燃料消費は、エンジンの最も効率的な作動中に必要とされる相対燃料消費の約190パーセントである。郊外での運転では状況は更に悪く、相対燃料消費は最も効率的な値の略300パーセントであり、都会での運転では、相対燃料消費は最も効率的な作動に必要とされる相対燃料消費の殆ど350パーセントである。

【0082】

10

従って、十分な加速及び登攀能力のための十分な馬力を有している内燃機関は殆どの通常の運転中に遭遇される負荷に対して過大に作られているに違いなく、その内燃機関は燃料消費において甚だしく非効率的である、ということを図1は明らかに示している。示されている様に、比較的大きな車でさえも高速道路で巡航するために約30馬力しか必要とされない、ということも図1が示している。

【0083】

図2（便宜上第5, 343, 970号特許から再び複製されている）は、図1に類似しており、4, 000RPMで約45馬力の定格最高馬力を有する比較的小さなエンジンによって同じ3, 300ポンドの自動車が駆動された場合の運転特性を図示している。曲線14上の点Hによって示されている高速道路巡航中の車両の出力要求は、エンジンの作動の最も効率的な範囲の中心にある。しかし、この様に高速道路での巡航用に最適化されているこの小さなエンジンでさえも、エンジン作動出力線16と平均出力要求線14との間には相当な間隙がある。つまり、この小さなエンジンでさえも、都会での運転（点C）や郊外での運転（点S）のために必要とされる出力よりも相当に大きな出力を低RPMで発生させる。従って、高速道路での巡航に適切な大きさに作られた小さなエンジンでさえも、低速では相当な非効率が残存している。更に、勿論、その様な車両は不満足な加速及び登攀能力しか有しない。従って、大きな内燃機関をより小さな内燃機関に単に取り替えることが解決策ではない。

20

【0084】

ガソリンまたはその他の内燃機関の長所とこの内燃機関によって充電される電池によって動く電動モータの長所とを組み合わせることによって相当な利点が得られることを、先行技術は分かっている。しかし、現在市販されている車両とコスト上及び性能上で直接に競合力のある解決策を先行技術は与えなかった。更に、その様な車両が商業的に成功することができるために、その様な車両は現存する車両よりも運転するのに複雑であってはならない。

30

【0085】

前述の様に、「純粋な」電気車両つまり走行用電動モータと各々の日の使用の最後に再充電を必要とする電池とを有している車両は、従来の自動車に完全に取って代わるには、十分な到達距離を有しておらず且つ再充電のために長過ぎる時間を必要とする。しかも、その様な車両の運転コストは、エタノールの様な再生可能な資源から得られる燃料で動かされる内燃機関車両との競合力がなく、ガソリン燃料自動車との競合力は更にない。

40

【0086】

走行用電動モータに動力を供給する電池を充電する発電機を駆動するガソリンエンジンを含む第一の様式の直列ハイブリッド車両は、その電動モータが非常に大きく、高価で且つ嵩高にされていなければ、加速及び登攀能力において制限されている。急加速に必要とされるトルクを供給するために比較的小さな電動モータと車輪との間に変速機を含む代わりの直列ハイブリッドの提案は、複数速変速機の除去によって得られる単純さの長所を失う。内燃機関と電動モータとの両方が車輪に適切にトルクを供給する並列ハイブリッドシステムによって与えられる利点を、これらの車両は実現していない。

【0087】

50

しかし、並列ハイブリッド車両に関係している先行技術（第5, 343, 970号特許を除く）は、経済的な製造のために十分に簡単なシステムを開示していない。その先行技術は、更に、並列ハイブリッド車両の最適な運転方法を教えなかった。更に、並列ハイブリッドに関係している先行技術（再び、第5, 343, 970号特許を除く）は、内燃機関と電動モータとの相対出力に関係して使用される適切な運転パラメータ、使用される電動モータの様式、モータ／電池システムの周波数と電圧と電流との特性、種々の使用状態で使用される適当な制御方法、及びこれらの組合せを教えていない。

【0088】

第5, 343, 970号特許にその図1、2を参照して示されており、上記にも示されている様に、主に、内燃機関は稀にしか遭遇されないその最高トルク出力の近傍で作動する場合を除いて非常に非効率的であるという事実のために、典型的な現代の自動車は非常に低い効率でしか動かない。（内燃機関によって動力を供給されるその他の路上走行車両についても多かれ少なかれ同じことが言える。）第5, 343, 970号特許の発明の重要な特徴によれば、比較的高トルク出力レベル、一般に最高トルクの少なくとも35%好ましくは少なくとも50%、でのみ内燃機関を動かすことによって、大幅に改善された効率をもたらされる。車両運転状態が略この大きさのトルクを必要とする場合は、車両を推進させるためにエンジンが使用される。より少ないトルクしか必要とされない場合は、実質的な電池バンクに貯蔵されている電気エネルギーによって動力を供給される電動モータが車両を駆動する。エンジンまたはモータの一方によって供給される動力よりも多くの動力が必要とされる場合は、両方が同時に動かされる。これと同じ利点が、詳細に後述されている更に付け加えられた改良及び強化と共に、本発明のシステムによって与えられる。

【0089】

第5, 343, 970号特許の発明の一つの特徴によれば、ハイブリッド車両の内燃機関がその最も効率的な作動範囲でのみ動く様に、その内燃機関は、高速道路での巡航のために十分な動力を、好ましくは予備の多少の追加動力と共に、供給する大きさに作られている。総ての作動速度で実質的に等しく効率的な電動モータが、加速及び登攀のために必要時に追加動力を供給するために使用され、内燃機関が特に非効率的である、例えば交通中の、低速における総ての動力を供給するために使用される。

【0090】

前述の様に、本願はその発明者の米国特許第5, 343, 970号に示されているハイブリッド車両の或る改変、改良及び強化を開示しており、違う様に明言されていない場合は、本発明の車両の設計は第5, 343, 970号特許に示されている車両の設計と同様である。本願と第5, 343, 970号特許とで共通に番号を付けられている部品は、示されている通りの細部の相違はあるが、対応システムにおいて機能上は同様である。先行技術に対する第5, 343, 970号特許に示されているシステムの利点は本発明のシステムによって与えられており、本文中で詳述されている様に、更に付け加えられた改良が本発明のシステムによって与えられている。

【0091】

第5, 343, 970号特許のシステムでは、エンジンとモータとの一方または両方からのトルクは、制御可能なトルク伝達装置によって車両の駆動輪に伝達される。この制御可能なトルク伝達装置は、エンジンを始動させるためにモータとエンジンとの間でトルクが伝達され、車両の減速中に回生電池充電のために車輪とモータとの間でトルクが伝達されることも可能にしている。この制御可能なトルク伝達装置は、完全に実用的ではあるが、不可避免的に、はっきり聞き取れる騒音と摩擦損失との源である動力伝達のための歯車を含んでいる。本発明の一つの特徴によれば、この制御可能なトルク伝達装置は削除されている。その代わり、運転者の命令と検知された運転状態とに応答してマイクロプロセッサ制御装置によって各々が別個に制御される二つの電動モータが備えられている。

【0092】

ついでながら、「マイクロプロセッサ」及び「マイクロプロセッサ制御装置」という用語が本願の全体に互って交換可能に使用されていることが理解されるはずであり、本文中で

使用された場合のこれらの用語が、マイクロプロセッサを組み入れてあるコンピュータ自体や、デジタル信号処理装置や、ファジイ論理制御装置や、アナログコンピュータや、これらの組合せの様に、必ずしも「マイクロプロセッサ」そのものと呼ばれていない種々の様式のコンピュータ化された制御装置を含んでいることも理解されるはずである。要するに、詳細に後述されている様に、入力パラメータ及び信号を調べて内蔵プログラムに従って車両の運転モードを制御することができる如何なる制御装置も、本文中で使用されている様な「マイクロプロセッサ」または「マイクロプロセッサ制御装置」であるとみなされる。更に、別個の要素として図3、4に示されている電子燃料噴射装置及び電子エンジン管理装置も本文中に記述されている様な「マイクロプロセッサ」または「マイクロプロセッサ制御装置」内に統合されてよい。

10

【0093】

本願の図3は本発明の第一実施形態を示しており、後述の図4は或る代わりの機械構造を説明している第二実施形態を示している。全体としてこれら二つの実施形態は非常に類似しており、機能上はそれらは実質的に同一である。後述の図12は更に付け加えられた実施形態を図示している。

【0094】

図3の実施形態では、走行用モータ25は、車両差動装置32に直接に接続されており、そこから走行用車輪34に接続されている。始動モータ21は内燃機関40に直接に接続されている。モータ21、25は、夫々これらのモータと電池バンク22との間に接続されている対応するインバータ/充電器装置23、27の適切な操作によって、モータまたは発電機として機能する。目下、本質的に従来通りである鉛蓄電池が、広く利用可能であり且つ十分に理解されているので、電池バンク22として好ましい。もし、もっと進歩した電池が広く利用可能で且つ経済的に競合力がある様になった場合には、それらの電池が使用されてもよい。

20

【0095】

モータ21、25の軸15、16を夫々機械的に連結させるクラッチ51によって、モータ21、25がトルク伝達のために制御可能に接続される。図4に関連して更に後述されている様に、マイクロプロセッサ（「 μP 」）48は、軸15、16の回転速度を示す信号を与えられ、クラッチ51のかみ合わせ前にこれらの軸が実質的に同じ速度で回転することを確実にするために必要時にエンジン40、モータ21及びモータ25の動きを制御する。従って、クラッチ51は、軸が完全にかみ合わされる前に広範囲に互る相対的な滑りを可能にするために従来から備えられている様な（図1に概略的に図示されている様な）通常の自動車用摩擦クラッチである必要は必ずしもない。より詳細には、従来の車両における場合の様に、停止状態から最初に車両を推進させるためにクラッチ51の滑りが必要ではないので、クラッチ51はかみ合わされる時に広範囲に互る滑りを可能にする必要がない。幾つかの場合には、かみ合わせと同時に軸15、16間で確実な機械的接続が行われる（図4に示されている様な）単純な自動調心型機械的連結器としてのクラッチ51を備えれば十分かもしれない。その様な機械的連結は摩擦クラッチよりも遥かに簡単で且つ安価である。何れの場合でも、車両の運転状態と運転者の入力命令とに従って、例えば公知の電気式または油圧式の作動器53やシステムのその他の部品を介して、マイクロプロセッサ48によって、クラッチ51が操作される。

30

40

【0096】

クラッチ51、モータ25及び車輪34に対するモータ21及びエンジン40の夫々の位置は、システムの機能に影響を及ぼすことなく、図3、4におけるそれらの位置と比較して逆転させられ得るが、その場合は、エンジン40がそのクランク軸の両端にトルク伝達接続を必要とするので、多少の追加的な複雑さが結果として生じる。

【0097】

図4中に示されている様に、始動モータ21及び走行用モータ25の軸15、16の相対回転速度及び夫々の回転位置を示す信号をマイクロプロセッサ48に与えるために、軸符号器18、19がこれらの軸15、16に夫々搭載されていてもよい。その様な軸符号器

50

は周知であり且つ市販されている。代わりに、「無検知器」モータ駆動装置の制御に関する周知の原理（例えば、ボーズの「電力電子工学と可変周波数駆動装置」、I E E E、1996年を参照されたい）に従って、軸の回転速度を示す信号がインバータ制御信号から得られてもよい。しかし、符号器18、19を備えることが、モータ21、25のより良い低速トルク特性とその結果としてのコストの低減とを可能にする。

【0098】

この様に、軸15、16の回転速度を示す信号を与えられると、クラッチ51のかみ合わせ前にこれらの軸が実質的に同じ速度で回転することを確実にするために必要時に、マイクロプロセッサ48がエンジン40、モータ21及びモータ25の動きを制御する。従って、クラッチ51は、軸が完全にかみ合わされる前に広範囲に亙る滑りを可能にするために従来から備えられている様な（図3に概略的に図示されている様な）通常の自動車用摩擦クラッチである必要はない。本発明のこの特徴によれば、そして特に軸15、16が望ましい相対角度関係を有することを確実にすることをマイクロプロセッサがもし可能にされていれば、クラッチ51は、その代わりに、かみ合わせと同時に軸15、16間で確実な機械的接続が行われる（図4に概略的に図示されている様な）単純で且つ比較的安価な自動調心型機械的連結器であってもよい。

【0099】

図4は、図3と図4との両方の実施形態中でマイクロプロセッサ48に与えられる追加的な信号も示している。これらの信号は、図示されている様に、一般に加速命令、方向命令、減速命令及び「巡航モード」命令である運転者の入力命令を含んでいる。加速命令及び減速命令は、夫々アクセルペダル69及びブレーキペダル70の動きに応答して運転者の命令をマイクロプロセッサ48に知らせるために、線67、68によってマイクロプロセッサ48に接続されている（可変抵抗器やホール効果検知器等として形成され得る）位置検知符号器71、72（図3）によって与えられてもよい。マイクロプロセッサは、ペダル69、70が押し下げられる程度のみならず運転者がペダル69、70を押し下げる速度も監視する。所望の巡航速度に到達すると、図示されている様に、運転者は「巡航モード」信号を与えてもよい。マイクロプロセッサは、本発明による車両の種々の部品に与えられる適切な制御信号によってこの車両の運転を正確に制御するために、図6～10に関連して詳細に後述されている作動方法に従って、この情報や本分中で記述されている様に与えられるその他の信号を使用する。

【0100】

例えば、車両がしばらくの間都会での交通でつまり電池動力のみで運転されたと考える。一般に、運転者は交通中に運転するためにアクセルペダル69をわずかに押し下げるだけである。もし、運転者がそれまで押し下げていた場合よりも、例えば先の数回の加速が必要とされた場合よりも、運転者がアクセルペダル69を著しく深く押し下げれば、エンジン40によって効率的に供給され得るトルク量が間もなく必要とされるという指示としてこの押し下げが解釈されてもよい。その時マイクロプロセッサはシーケンスを開始し、それによってエンジン40を始動させるために始動モータ21が使用される。

【0101】

エンジン40の始動とすぐ後の作動中とに燃焼されない如何なる燃料も触媒作用で燃焼され、このことが望ましくない汚染物質の排出を低減させる様に、エンジン始動シーケンスの開始と同時に、エンジン排気システム62中に備えられている触媒式排気ガス浄化装置64を予熱するために最初に加熱器63（図3）が使用される。触媒材料が効果的な運転温度に加熱されるまでエンジンが始動されないことを確実にするために、温度検知器102が備えられていることが好ましい。前述の様に、燃料／空気比率が化学量論的な比率よりも僅かだけ（例えば、20%）濃ければよい様に、エンジンの始動はエンジンが従来よりも高速で回転している状態で実行されることが好ましい。その結果、エンジン始動中には非常に制限された量の汚染物質しか排出されない。それに比べると、従来の車両では、通常は始動中に供給される非常に濃い混合物と触媒が排気によって加熱されるまでの触媒の非効果なこととのために、所定の走行中に排出される全汚染物質の非常に著しい部分が

10

20

30

40

50

運転の最初の30～60秒間に排出される。

【0102】

もし運転者がペダル69を急速に押し下げれば、このことは最高加速を直ちに必要としていることを示しており、予熱段階が省略されてもよい。しかし、その代わりに、触媒が暖められ且つエンジンが始動されるのに十分に短い時間の間、走行用モータ及び始動モータが、十分なトルクを供給するそれらの定格出力がそれよりも僅かに高い出力で駆動されることが好ましい。

【0103】

同様に、もし運転者が比較的緩やかにブレーキペダル70を押し下げれば、電池の回生充電によって総ての制動が与えられてもよい。もし運転者がその代わりにブレーキペダル70を積極的に押すことと既定位を越えてブレーキペダル70を押すこととの少なくとも一方を行えば、機械制動と回生制動との両方が与えられる。電池が十分に充電されている場合の長い下り坂や非常の場合にも機械制動が与えられる。

【0104】

前述の様に軸符号器18、19によって監視されているエンジン及び始動モータの速度と走行用モータの速度とに加えて、電池電圧、電池充電レベル及び周囲温度も直接に監視されるかまたは監視された変数から得られる。これらの入力と運転者の入力とに応答して、マイクロプロセッサ制御装置48は、制御プログラム(図9、10として与えられている適例な制御プログラムの高水準流れ図を参照されたい)を作動させて、エンジン40の電子燃料噴射装置(EFI)56及び電子エンジン管理システム(EM)55と始動モータ21、クラッチ51、走行用モータ25、インバータ/充電器装置23、27及びその他の部品とに供給される命令によって、エンジン40に出力制御信号を与える。

【0105】

図4中に示されている様に、マイクロプロセッサ48によってインバータ/充電器23、27に与えられる制御信号は、モータモードまたは発電機モードにあるモータ21、25の作動に関する制御のみならず、電流(Iとして表されている)、車両のバックを可能にするモータ25の回転方向(+/-として表されている)及びスイッチング周波数(fとして表されている)の制御をも可能にする。インバータ/充電器23、27は、モータ21、25の独立作動を可能にするために別個に制御される。インバータ/充電器の作動は、図5(a)に関連して更に後述されている。

【0106】

前述の様に、本発明のシステムに関する図3、4の実施形態は、本発明の範囲内の変形を図示することを意図されている或る機械的構造において異なっており、図4は、システムの種々の要素間を通過する具体的な制御信号に関するより多くの細部も与えている。

【0107】

異なる機械的構造に言及すれば、図3においてモータ21、25の軸がエンジン40の軸と同軸に図示されていることに気づく。これは、勿論最も単純な構造であるが、エンジン40及び始動モータ21に、いつも同じ速度で、且つクラッチ51がかみ合わされている場合は走行用モータ25とも同じ速度で、回転することを要求する。前述の様に、モータ21、25がより低回転のモータに比べて小型、軽量且つ低コストにされ得る様に、9000～15,000rpmの最高速度を有する様にモータ21、25を設計することが好ましいかもしれない。しかし、相当な高速で動く内燃機関は急速に磨耗し且つ低速では制限されたトルクしか有することができない傾向にあり、また、より高い周波数のエンジンの騒音及び振動は吸収が困難であるので、エンジン40のための好ましい最高速度は6000rpmであると想像される。図3に図示されている様にエンジン軸と同軸のモータを提供することも、異なるエンジン速度及びモータ速度を可能にするために、走行用モータ25と始動モータ21との一方または両方の軸と出力軸との間に遊星歯車セットを提供することも、本発明の範囲内である。

【0108】

図4は、異なるエンジン速度及びモータ速度を可能にする代わりの構成を図示している。

この場合には、始動モータ 2 1 の出力軸が平歯車 5 2 によってエンジン 4 0 の出力軸に接続されていることが示されており、走行用モータ 2 5 は 5 4 で示されているチェーン駆動装置によって出力軸 5 5 に接続されている。多数の他の構造が当業者の心に浮かぶはずである。しかし、各々の場合に、トルク源つまりモータ 2 1、2 5 及びエンジン 4 0 と走行用車輪 3 4 との間に可変比変速機が存在していない。

【0109】

走行用モータを一つの組の車輪に接続し、エンジン 4 0 と始動モータ 2 1 との組合せをクラッチ 5 1 を介して他の組の車輪に接続し、その結果として車輪の別の対のために異なる動力源を有する四輪駆動車両を提供することも、本発明の範囲内である。この実施形態では、図 3、4 の実施形態におけると同様な機械的接続よりむしろ路面によって、走行用モータ 2 5 からのトルクがエンジン 4 0（及び、推進トルク源として使用される場合は始動モータ 2 1）からのトルクと効果的に併合される。更に付け加えられた代わりの実施形態は、第一対の走行用車輪を駆動する図 3 におけると同様な完全なシステムと、第二対の走行用車輪を駆動する別の走行用モータとを提供することになっている。両方の実施形態も本発明の範囲内であり、制御方法は両方に対して本質的に同じである。

【0110】

図 3、4 に図示されているシステムの他の要素は、タンク 3 8 からの燃料 3 6 の供給、空気フィルタ 6 0 及び絞り弁 6 1 を含めて、第 5, 3 4 3, 9 7 0 号特許で大体において記述されている。

【0111】

マイクロプロセッサ 4 8 によるエンジン 4 0 の制御は、電子燃料噴射 (E F I) 装置 5 6 及び電子エンジン管理 (E E M) 装置 5 5 に与えられる制御信号を経由して遂行される。エンジン 4 0 の始動と、推進トルクを供給するモータとしてかまたは電池バンク 2 2 に再充電電流を供給する発電機として始動モータ 2 1 及び走行用モータ 2 5 の一方または両方を使用することとの、マイクロプロセッサ 4 8 による制御は、インバータ／充電器装置 2 3、2 7 に与えられる制御信号を経由して遂行される。

【0112】

例えば下り坂で減速中か、または制動のために必要時か、またはエンジンの瞬間トルク出力がその車両の現在のトルク要求を超えている場合は、電池バンク 2 2 の回生再充電を行う発電機としてモータ 2 1、2 5 の一方または両方が動かされる。後述の図 7 は、本発明による車両の運転のこの特徴を詳細に図示している。

【0113】

従って、前述の様に、低速から高速道路での運転への移行中の様に運転者が追加動力を連続的に要求していることをマイクロプロセッサ 4 8 が検出した場合や、運転者がアクセルペダル 6 9 を押し下げる速度を測定することによって、エンジン 4 0 が、始動モータ 2 1 を使用して始動され、且つ滑らかな移行を確実にするためにクラッチ 5 1 が噛み合わされる前の速度まで引き上げられる。巡航速度に到達した時（運転者の命令を監視することによって判定された時）、走行用モータ 2 5 への（及び、もし車両を加速させるためにも使用されていれば、始動モータ 2 1 への）動力は徐々に低減される。エンジン 4 0 を始動させ同時に車両を加速させるために単一の走行用モータを使用すること、つまり、第 5, 3 4 3, 9 7 0 号特許の場合と比較すれば、クラッチ 5 1 及び別個の始動モータ 2 1 を備えることは制御構造を多少簡単にする。

【0114】

特に好ましい実施形態では、冷却と塵埃等からの保護とのためにできる限りオイル中に浸されている単一の密閉筐体中に、モータ 2 1、2 5 とクラッチ 5 1 との両方が備えられていてもよい。関連の内燃機関によって供給されるトルクの変動によって引き起こされる振動を減衰させるために、そのエンジンによって供給されるトルクを吸収するかまたはそのトルクにトルクを追加する様に、従来の始動モータの様な補助モータを制御することも公知である。モータ 2 1、2 5 の一方または両方を使用して本明細書中でその様にするものは、本発明の範囲内であり、本発明に従ってモータ 2 1、2 5 を介してエンジン 4 0 を駆

動輪に直接に接続するおかげで簡単にされる。

【0115】

クラッチ51及び別個の始動モータ21を備えることは、本発明に従って与えられる他の重要な改良、つまり従来の60～200rpmでの始動に比較して高速、例えば300rpm、でエンジン40を始動させること、も可能にする。この技術分野では一般に知られている様に（シマネイティスの「回って行くものは回って来る」、道路と軌道、1998年11月、第201頁を参照されたい）、高rpm始動は、エンジン40を始動させるための燃料の濃い空気／燃料混合物の供給のいつもの必要性の大幅な削除、未燃焼燃料の排出の低減、及び特に冷却状態からの始動における燃料経済の改善を可能にする。

【0116】

より詳細には、蒸気相の燃料のみが火花によって点火されるので、燃料の幾らかの部分が蒸気相にあることを確実にするために、従来の低rpm始動では、化学量論的な量の約6～7倍に達する燃料を含む濃い混合物が供給される。余剰燃料の殆どは、冷たいシリンダー壁上で液体として凝結し、その結果として効率的には燃焼せず、もし全く燃焼しなければ、未燃焼のまま直ちに排出される。それに比べると、本発明による高始動速度では、燃焼室内の乱気流が蒸気存在を確実にするのに十分であり、そのため化学量論に近い、一般に化学量論的な量の1.2倍の燃料しか含んでいない、混合物が始動段階中にエンジン40に供給され得る。始動時に従来のエンジンに供給される燃料の殆どは未燃焼のまま直ちに排気されるので、始動時における濃い混合物の回避は、未燃焼燃料の排出を著しく低減させ、燃料効率を幾らか改善する。

【0117】

更に、前述の様に、可能な場合はいつも一つまり、即時の最高トルクが運転者によって要求されている場合を除いてエンジンが始動される場合はいつも一未燃焼燃料のこの比較的少ない排出をも防止するために、エンジンを始動させる前に触媒式排気ガス浄化装置64が少なくとも約350℃の効果的な運転温度に予熱される。

【0118】

従って、始動モータ21のトルクの選択における最も重要な考慮は、始動モータ21がエンジン40を始動のために約300rpmで回転させることができることであり、エンジンが長時間の低速運転中に電池バンクを充電するときには効率的に使用され得る様に、始動モータ21が発電機として動かされる場合はエンジンの最高トルク出力の少なくとも約30%を受け取ることができることである。エンジン40のトルクの仕様における主要な考慮は、エンジン40が高効率で動かされている間は高速道路での巡航に十分な動力を供給すること、つまり、エンジン40の最高出力が所望の巡航速度範囲内での巡航に十分であることである。走行用モータ25に要求される出力を規定している主な考察は、エンジン40及び始動モータ21と共同して十分な加速を供給するのに十分に強力であることである。別の言い方をすれば、これらのトルク発生部品の総てによって供給される利用可能な全出力は、共に車輪で測定されたとき、類似の用途向けの従来の車両の内燃機関によって与えられる最高出力に少なくとも等しいか好ましくは超えるべきである。更に、第5,343,970号特許中で説明されている様に、モータのみで且つ可変比変速機の必要なしに十分な低速性能を与えるために、モータ21、25によって供給される全トルクはエンジン40によって供給されるトルクに少なくとも等しくなるべきである。

【0119】

同時に、モータ21、25はまた回生制動モードにおいて発電機として動かされる場合に車両の運動エネルギーの殆ど総てを回収することができる大きさに作られている。低速運転中に車両の運動エネルギーの著しく高率の部分が回収され得る。必要とされる全エネルギーの比較的大きな部分を空気抵抗及び路面摩擦が消費する高速運転と比較して、低速運転では制動中に放出される熱として多くのエネルギーが従来の車両によって失われる。

【0120】

上記の考察を認めれば、下記のものが、米国製造の「中型」セダンの性能と略等しい性能を有する3000ポンドの車両におけるエンジン40、始動モータ21及び走行用モータ

10

20

30

40

50

25の典型的な出力仕様である。これらの仕様では、この技術分野では一般に従来通りに、モータの定格最高出力ではなくエンジンによって連続的に発生される定格出力が言及されていることが了解されるべきである。更に、モータは図3の直接駆動の実施形態を想定して特定されており、もしモータがより高速で動けば、それに応じてそれらの定格が決定される。

【0121】

エンジン40：6000rpmで40～50馬力

始動モータ21：約1500rpm以上の速度で10～15馬力

走行用モータ25：1500～6000rpmで50～75馬力

【0122】

より大きな4000ポンドのセダンでも同じ始動モータで十分であるが、エンジンは一般に6000rpmで70～90馬力を供給し走行用モータは75～100馬力を供給する。

。

【0123】

両方の場合で、電動モータからの利用可能な全出力は共にエンジンからの利用可能な最高出力に等しくなるべきであり超えていることが好ましい。

【0124】

示されている様に複雑で重く且つ高価な可変比変速機を必要としない本発明のハイブリッド車両では、これらの部品は、遥かに優れた燃料経済及び大幅に低減された汚染物質の排出と共に、米国製造の典型的な同程度の大きさの車両の加速よりも遥かに優れた加速を提供する。これらの仕様が、本発明の車両の意図されている用途に依存して比較的広い範囲に互って変化してもよく、本発明の範囲を制限する様に解釈されるべきでないこと、は明らかである。

【0125】

他の様式が使用されてもよいが、前述の様に、好ましい実施形態では、始動モータと走行用モータとの両方がAC誘導モータである。これらのモータと（更に後述されている様に）マイクロプロセッサからの制御信号に応じてこれらのモータを制御するインバータ／充電器とは、図11中の曲線Aによって図示されている様にrpmの関数として変化するトルク出力特性をモータが有する様に、選択され且つ動かされるべきである。つまり、モータは、図3の直接駆動の実施形態中で使用された場合に、基底速度C、6000rpmの最高速度を有するモータについては一般に1500rpm、までは一定のトルクを発生させる様に、マイクロプロセッサからの制御信号に応じてインバータ／充電器によって動かされ、それよりも高速では一定の出力を発生させるべきである。従って、トルクは、図示されている様にベース速度Cよりも高い速度で減退する。この例では4：1である最高速度対基底速度の比率は、約3～1と約6～1との間で変化可能である。本発明の車両が可変比変速機の重量、複雑さ及びコストのない非常に満足な性能、特に加速、を与えることを、このトルク出力特性が本質的に可能にする。

【0126】

それに比べると、自動車エンジン始動モータとして従来から使用されている直巻きDCモータは非常に高トルクを供給するが、それは非常に低速においてのみであり、それらのトルク出力はそれよりも高速で急に減退する。その様な従来の始動モータは、このシステムには不満足である。

【0127】

図11はBによって典型的な内燃機関のトルク曲線も示している。表示されている様に0rpmにおいてトルクはゼロであり、そのため、エンジンが車両を停止状態から動かすことができる様に、滑りを可能にするクラッチが必要とされている。図11は、低速で追加トルクを供給するために使用されている四速変速機を介して車両を駆動する典型的な内燃機関によって推進される車両の車輪で測定されたトルクの典型的な曲線をDによって示している。曲線Dの部分間の垂直な間隔がギヤ比における変化を表しており、つまり、曲線Dの部分間で動くために車両のギヤが変えられる。前述の始動モータ及び走行用モータの

10

20

30

40

50

望ましいトルク特性は、本発明の車両が従来の車両に匹敵するかまたはそれよりも良好な低速性能を与えることを可能にし、一方では可変比変速機の必要性をなくしている。

【0128】

この様に記載されている様なモータの基底速度と最高速度との比率は、その結果として従来の変速機の最低ギヤと最高ギヤとの比率に匹敵している。走行速度の程々の範囲に互ってエンジンのトルクが走行負荷に比較的十分に釣り合わされる様に、乗用車については、後者の比率は一般に3～4：1である。（高速道路での運転中におけるエンジン速度を低減させるために、「オーバードライブ」トップギヤが時々備えられており、それはこの範囲を多少広くするが一般に十分な加速を可能にしない。）勿論、もし、より広い速度範囲を必要とする車両（例えば、重いトラックは、非常に広い走行速度範囲でエンジンの最高トルクが利用されるのを可能にする18以上のギヤ比を運転者が選択することを可能にする複数の変速機を有することがある）において本発明のハイブリッド車両伝動装置及び制御方法を使用することが望ましければ、付加請求項によって除外されていない場合は、可変比変速機を供給することも本発明の範囲内である。しかし、乗用車、軽トラック及び類似の車両に関しては、可変比変速機は必要とされるべきではない。

【0129】

前述の様に、モータ21、25及び内燃機関40を連結するために伝動装置が必要とされない様に、これらの要素を同じ最高速度で動かすことも本発明の範囲内であるが、少なくとも走行用モータ25は内燃機関40の最高速度よりも相当に高い最高速度を有していることが現在のところは好ましい。図4中に示されている様に、モータ25の出力軸はチェーン駆動減速装置によって走行用車輪に接続されている。高作動速度で増加する磨耗、騒音及び振動を制限するために、また、高rpm作動の可能なエンジンでは相当なトルクを発生させるrpm範囲が狭い傾向があるので、内燃機関の最高速度は約6000rpmに制限されていることが好ましい。本発明に従って可変比変速機を有しておらず且つ内燃機関のみによって動力を供給される巡航を意図されている車両では、後者の特性は望ましくない。

【0130】

それに比べると、9000～18,000rpmの最高速度でモータ21、25を動かすことは、これらをより小さく、軽く且つ低コストにすることを可能にする。この利点がモータからのトルクとエンジンからのトルクとの併合を可能にするチェーン駆動装置、ギヤ駆動装置、ベルト駆動装置またはその他の機械的手段の追加された複雑さを克服するかどうかは、一つの様式の車両から次の様式の車両へ変化するかも分からない技術選択上の問題である。従って、両方共本発明の範囲内である。もしトルク発生部品（つまり、エンジン40、始動モータ21及び走行用モータ25）の各々が同じ速度で動かされるのであれば、約6000rpmの最高速度が、主要部品のコスト、重量及び大きさの間の良好な妥協を意味するので、好ましい。

【0131】

前述の様に、後述の様にインバータ／充電器装置中で使用されている電力半導体の様な幾つかの部品の故障が車両の全体的な故障を生じることなく許容され得る様に、モータ21、25が二よりも多い極を有し且つ三よりも多い相に互って印加される電流によって動かされることが好ましい。電池バンクがそれらの間に接続されている車両車台と共に二つに分割されており、そのことが既定の部品と車両車台との間の電圧を半減しその結果としてそれらの構成、絶縁及び接続を簡単にすることも望ましい。図5(a)は、これらの属性を与える回路の部分概略図を示している。

【0132】

インバータ／充電器23、27（モータ21、25の独立作動を可能にするために別個のインバータ／充電器が必要とされている）の機能は、モータまたは発電機として動かすためにモータ21、25を制御すること、車両をバックさせるために走行用モータ25を反対方向へ動かすこと、電池バンクによって貯蔵されているDCをモータ作動のためにACへ変換すること、及び発電機として動かされた時のモータ中で誘導されたACを電池充電

のためにDCへ変換することを含んでいる。本質的に同様の機能が第5, 343, 970号特許における固体スイッチングAC/DCコンバータ44によって与えられており、そうでない様に特定されていない場合は、その記述が本願の図5(a)に示されているインバータの設計に適用可能である。

【0133】

図5(a)に図示されている様に、走行用モータ25は五相AC誘導モータとして具体化されており、完全には図示されていない始動モータ21は、図示されている様に、一般に同様とすることができるが、必ずしも同様でなくてもよい。永久磁石ブラシレスDCモータや同期モータの様な他のモータ様式が使用されてもよい。モータは三相以上を有する多相装置として動かされ、このことが、より小さく且つ全体としてより低コストな半導体の使用を可能にし、且つたとえ半導体の幾つかが故障しても作動を可能にしている。例えば60Hzよりも高い比較的高周波数で動かされるモータの使用も、既定出力のモータをより小さくすることを可能にする。図5(a)に示されている様に、少なくとも走行用モータ25は公知の「デルタ」構造よりも示されている「wye」構造で結線されている方が、一般に好ましい。或る望ましくない高調波が「wye」構造によって低減されることが理解される。両方共この技術分野で周知であり本発明の範囲内である。

【0134】

図5(a)に図示されている様に、モータ25の巻線78の各々は、全体としてインバータ/充電器27を構成している一対の半導体スイッチング素子80に接続されている。それに対応してインバータ/充電器27は、マイクロプロセッサ48(図3、4)から受け取られる周波数信号、極性信号及び電流信号に応答するパルス発生器88によって与えられるスイッチング信号A~Jによって制御される十個の電力半導体80の組として形成されている。典型的な作動周波数は200、400または600Hzにまでされ得る。それから電池バンク22とモータ21、25との間の送電は、パルス幅変調によって、つまり、電力波形の一部の期間中に半導体80を導通させる様に制御することによって制御され、導通部分の期間は要求電力に従って変化する。半導体80は比較的高電圧及び高電流を取り扱うのに適している如何なる様式でもよく、良好な絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBTs)が一般に利用可能であり且つ現在のところは好ましい。従来と同様に、半導体80の各々が一方整流ダイオード82によって平行にされている。

【0135】

インバータ/充電器23、27が前述の機能を実行する様に適切な制御信号A~Tを与えるためのインバータ/充電器とパルス発生器88との設計は、この技術分野の技能の範囲内である。例えば、再び、ボーズの「電力電子工学と可変周波数駆動装置」、IEEE、1996年を参照されたい。

【0136】

第5, 343, 970号特許に記述されている様に、必要とされる導線及びその他の部品の大さを低減させるために、車両を推進させるために走行用モータ及び始動モータの長期作動中に電池バンク22から引き出される電流は30~50アンペアに制限されるべきである。これらの部品は、最高出力加速中に遭遇されるかもしれない200アンペアまでの電流を通せば、この状態は10~15秒間よりも長くは存続しないので、十分である。

【0137】

図示されている様に、電池バンク22は実質的に同様な二つの電池組立体84を含んでいる。一つの実施形態では、各々の電池組立体によって384ボルトが与えられる様に、各々の電池組立体は8個の48ボルト電池を含んでいる。回路「レール」86、88間で768ボルトが与えられる様に、電池組立体84は直列に接続されている。しかし、任意の既定の回路部品と車両車台との間には384ボルトしか存在しない様に、車両車台接続部は直列接続されている電池組立体の中間から取り出されている。この「中央点-車台」接続は、種々の絶縁要求及び放熱要求を著しく低減させる。より具体的に言えば、導線、接続器、継電器及びスイッチ等の要素は、600ボルトサービス用に米国電気製造者協会(NEMA)によって承認されたままのものでよい。その様な要素は、広く利用可能であり

、しかも、例えば300ボルト及び300アンペアで連続的に電流を通すために必要とされる要素よりも遥かに使用し易く且つ遥かに安価である。

【0138】

一つの電池組立体84の一部の詳細を図示している図5(b)によって示されている様に、電池85がフェイルセーフ状態で互いに絶縁される様に、普通は開いている継電器87によって48ボルト電池85が接続されていることが好ましい。例えば、もし車両が事故に巻き込まれれば、継電器への電力が遮断され、そのため、車両の何れにおける最高開放電圧も48ボルトであり、このことが火災の危険を低減させている。同様に、車両の「点火」が運転者によって止められている場合も、継電器は開く。

【0139】

10 今度は、本発明のハイブリッド車両が運転される本発明の制御方法の詳細な説明にとりかかる。第5, 343, 970号特許に示されているハイブリッド車両システムの場合と同様に、また、更に詳細に後述されている様に、本発明の車両は、必要とされるトルク、電池の充電状態及びその他の変数に依存して異なるモードで運転される。以下では、車両制御方法の種々の特徴を読者が十分に理解することを確認するために、幾つかの異なる技術を用いてこれらのモード間の関係が説明されている。これらの幾つかは、説明の一つの形式において他の形式においてよりも明確に理解される。

【0140】

20 図6は、車両の瞬間トルク要求つまり「走行負荷」、電池バンク22の充電状態及び時間の間の関係に関する車両運転の幾つかモードを図示している。図7は、時間に互る、つまり、適例の走行中の、走行負荷、エンジントルク出力及び電池バンクの充電状態における変化及び関係を示している。図8(a)～(d)は、主な運転モード中における本発明の車両の簡単化された概略図を示しており、電気または可燃性燃料の形のエネルギーの流れを一点鎖線で示しており、トルクの流れを点線で示している。最後に、図9は、本発明によるハイブリッド車両駆動装置列の種々の部品をマイクロプロセッサが動かす際のアルゴリズムにおける主な判定点を示す高水準流れ図を与えており、図10(a)～(c)は、それらの詳細及び変形を示している。

【0141】

30 示されている様に、本発明の好ましい制御方法が、図6～10によって幾つかの異なる方法で図示されている。種々の重要な制御変数やデータ項目等のための同じ具体的な数値例が、明確さのために全体に互って使用されている。説明を簡単にするために以下では範囲が使用されていないが、これらの例が通常は範囲として表現されることが了解されるであろう。これらの数値例が単に適例であって、本明細書で言及されている制御変数の正確な値に本発明が制限されないことが、全体に互って了解されるべきである。

【0142】

40 更に、これらの制御変数の幾つかは具体的な数値に限定される必要のないことが認識されるべきである。幾つかの場合には、運転機構がその全特性を維持している間に、本発明による制御方法の実行の際にそれに対して制御変数及びデータ項目が検査される具体的な値が時々変化してもよい様に、判定点は「ファジイ」でもよく、つまり、所謂「ファジイ論理」が使用されてもよい。この実施の例—多くの状況において、詳細には記述されていない他のデータ項目に依存して、または、車両の実際の使用パターンを時間に互って監視することによって、或る具体的な値を改変することになる—が下記に与えられている。

【0143】

本発明の車両の種々の運転モード間の関係に関するこれらの幾つかの異なる説明と、特に、それに応じてマイクロプロセッサがモード選択を制御する状態の組合せのこれらの異なる説明とを与えられれば、当業者は本発明の実行にどんな困難もない。

【0144】

50 示されている様に、都会での交通の様な低速運転中は、その車両は単純な電気自動車として運転され、電池バンク22から供給される電気エネルギーで動く走行用モータ25によって総てのトルクが走行用車輪34に与えられる。これが「モードI」運転(図6を参照

されたい)と呼ばれており図8(a)に図示されている。エネルギー及びトルクの同じ経路は、非常状況下で使用されてもよく、後述の様にモードIII運転と呼ばれている。

【0145】

低速運転中、例えば、車両のトルク要求(「走行負荷」または「RL」)がエンジンの最高トルク出力(「MTO」)の30%未満の場合は、エンジン40は電池バンク22を充電するのに必要な時にのみ動かされる。始動モータ21は、最初はエンジン40を始動させるために使用され、それから充電電流が電池バンク22へ流れる様にインバータ/充電器23の適切な運転によって発電機として動かされる。従って、車両の走行速度がエンジン40の速度から独立する様に、クラッチ51が解放される。その結果として、エンジン40は燃料効率のために比較的高い出力トルクレベルで動かされ得る。この「モードII」運転は図8(b)に図示されている。図示されている様に、始動モータ21を介して電池バンク22を充電するためのエンジンの作動と走行用モータ25による車両の推進とが互いに完全に独立する様に、クラッチ51が解放されている。

10

【0146】

第5, 343, 970号特許と同様に、エンジン40は所望の巡航速度範囲で車両を運転するのにその最高トルクが十分である様な大きさに作られており、この要求は通常の高速度道路での巡航中にエンジンが高効率で動かされることを確実にしている。従って、好ましい運転モードが低速運転から高速道路での巡航運転に変化していることを、走行負荷の増加(例えば、より多くの動力を運転者が連続的に要求することによって)の検知が示す場合は、エンジン40を始動させるためにマイクロプロセッサがインバータ/充電器23を経由して始動モータ21を制御する。エンジン40の速度が確実に引き上げられた時、エンジン40がモータ21、25の軸を介して走行用車輪34を駆動する様に、クラッチ51がかみ合わされる。運転者がアクセルペダルに対する圧力を緩めると、このことは所望の巡航速度に到達したことを示しているので、それに応じて走行用モータ25は動力を減らされる。高速道路での巡航モードは「モードIV」運転と呼ばれており、エネルギー及びトルクの流れは図8(c)に図示されている通りである。

20

【0147】

もし、例えば加速や登攀のために高速道路での巡航中に余分なトルクが必要とされれば、モータ21、25の一方または両方が動かされ得る。この「モードV」運転は図8(d)に図示されている。タンク38からエンジン40へ、また、電池バンク22から走行用モータ25及び多分始動モータ21へ、エネルギーが流れる。トルクは一方または両方のモータ及びエンジンから車輪34へ流れる。

30

【0148】

電池充電中のエネルギーの流れは、図8そのものには図示されていないが、当業者には理解され、更に後述されている。例えば、エンジンの瞬間出力トルクが走行負荷を超えていれば、始動モータ21は充電器として動かされて電池バンクに再充電電流を供給する。同様に、走行負荷が減少傾向にあるかまたは負であれば、走行用モータと始動モータとの一方または両方が回生充電器として動かされ得て電池バンクに再充電電流を供給する。同様に運転者の適切な命令に応じて制動が遂行され得る。

【0149】

前述の様に、図6は本発明のハイブリッド車両伝動装置の作動の異なるモードを図示している図面である。数字I~Vによって示されている運転モードは、マイクロプロセッサ48によって制御される時の車両運転モードが電池バンクの充電状態、瞬間走行負荷及び時間の関数であることを図示している三次元図に記入されている。後述の図7は、本発明の車両運転モードを更に図示している。

40

【0150】

図6は、一つの軸上に、原点における70%から30%で示されている最小値へ外側に延びている電池充電状態を示している。通常は電池は完全充電の少なくとも30%に維持される。電池バンクはその理論的最大容量の70%を超えて充電されないことが好ましい。もし直列接続の幾つかの電池の総てがそれらの公称完全充電の100%まで充電されると

50

、製造ばらつきや局所的な温度ばらつき等のために多分幾つかが過充電され、このことはそれらの実用寿命を著しく縮める。更に、個々の電池をその理論的容量の100%までしばしば再充電することも、電池寿命にとって有害である。

【0151】

原点における0からエンジンの最高トルク出力の200%まで変化している図6の第二軸上に走行負荷が示されている。(下り坂や制動中に発生する負の走行負荷は図示が困難であるので図6中には図示されていない。この状況は図7に関連して後述されている。) 時間は原点における任意点から延びている第三軸上に示されている。つまり、図6は、原点における現在の瞬間からその次の短い期間(約30~60秒)に亙る車両の運転モードを示している。別の言い方をすれば、本発明の一つの特徴によれば、マイクロプロセッサ48は、任意の時間における車両の運転モードを、瞬間走行負荷及び電池の充電状態のみならず「最近の履歴」にも依存して制御する。

10

【0152】

より具体的に言えば、車両の瞬間トルク要求つまり「走行負荷」がエンジンの最高トルクの30%までである運転としてこの例で規定されている都会での運転(モードI)中では、車両は「純粋な電気」自動車として運転され、クラッチは解放され、電池がその完全充電の50~70%の間に充電されたままである限り、電池バンク22からのエネルギーは車両を推進させるために走行用モータ25に動力を供給するために使用される、ということを図6は示している。もし、モードIIの範囲を規定している曲線によって示されている様に時間に関して変化してもよい既定値未満に充電状態が下がれば、図示されている様にモードIIが実行され、エンジンが始動され、電池を実質的に完全な充電状態に充電するための発電機として始動モータ21が動かされる。モードIII中に示されている様に、電池が完全充電の40%未満に下がった場合でも、例えばもしエンジンが充電システムに障害が存在していれば、電気自動車としての車両の運転が可能にされてもよいが、それは非常事態のみであり、その様な深い放電は電池寿命に有害である。

20

【0153】

走行負荷がエンジンの最高トルク出力の約30%~100%の間である高速道路での巡航中、つまり領域IVでは、車両を推進させるためにエンジンのみが使用される。従って、領域Iと領域IVとの間の移行が要求されていることをマイクロプロセッサが検出すると(例えば、より多くの動力を求める運転者の命令に対する車両の応答を監視することによってマイクロプロセッサは走行負荷を効果的に判定することができる)、マイクロプロセッサは始動モータ21にエンジン40を比較的高速で回転させる。一般に300rpmである所望の始動速度に到達すると、電子エンジン管理装置55と電子燃料噴射装置56とが夫々プラグを点火させ燃料を供給してエンジンを始動させる様に制御される。この様にエンジンを比較的高いrpmで始動させることは、始動のために通常使用されている遥かに濃い燃料/空気混合物に比較して化学量論に近い燃料/空気混合物が使用されることを可能にする。未燃焼炭化水素の排出がこの様にして大幅に低減され、燃料経済も改善される。

30

【0154】

エンジン出力軸の速度が走行用モータ25の出力軸の速度と実質的に釣り合った時に、クラッチ51がかみ合わされる。モードIとモードIVとの間の移行が滑らかで且つ本質的に運転者によって感知されない様に、エンジン40によって発生される動力が増加するに連れて、モータ25によって発生される動力が低減される。運転者がアクセルペダル69に対する圧力を低減させると、このことは所望の巡航速度に到達したことを示しているので、モータ25への動力がゼロに低減される。

40

【0155】

もし、その時、例えば加速や追い越しのために、運転者が追加の動力を要求すれば、領域Vが実行される。つまり、走行負荷がエンジンの最高トルク出力の100%を超えていることをマイクロプロセッサが検出すると、電池バンク22から走行用モータ25へエネルギーが流れてエンジン40によって供給される車両推進トルクに加えて走行用モータも車

50

両推進トルクを供給する様に、マイクロプロセッサがインバータ／充電器 27 を制御する。同様に始動モータ 21 も推進トルクを供給する様に制御され得る。

【0156】

前述の様に、高速道路での巡航中に、車両を推進させるために必要とされるトルクが運転者の命令によって指示される通りに変化する場合は、制御システムは対応して変化しているトルク出力レベルでエンジンを動かす。エンジントルク出力レベルの許容範囲は、エンジンが良好な燃料効率を与える範囲に制約される。車両の瞬間トルク要求がエンジンの最高効率トルク出力を超える場合、例えば追い越しまたは登攀中は、追加トルクを供給するために電動モータの一方または両方が動かされる。車両のトルク要求がその時にエンジンによって発生されているトルクよりも少ない場合、例えば下り坂を惰走中かまたは制動中は、余剰のエンジントルクは電池を充電するために使用される。発電機モードで動かされる一方または両方のモータをエンジンからのトルクと車両の運動エネルギーの回収との両方が駆動する時に、回生充電が同時に発生してもよい。排出を低減させるために及び電池バンクの充電状態に従って、エンジンによるトルク出力の変化率が制御されてもよい。図7はこれらの関係を図示している。

10

【0157】

前述の様に、(a) ~ (c) を含む図7は、都会での低速運転、高速道路での巡航及び長時間の高負荷運転中に走行負荷、エンジントルク出力、電池バンクの充電状態及びエンジンの作動が時間に関して変化する場合にこれらの間の関係を示すタイミング図であり、その結果として、本発明に従って使用されている制御方法を更に図示している。

20

【0158】

図7(a)は、車両の瞬間トルク要求つまり「走行負荷」とエンジンの瞬間出力トルクとが時間に関して変化する場合に、トルク要求を実線で示し、出力トルクを点線で示している。(エンジンの瞬間出力トルクは、明確さのために、また、本発明の制御方法の或る追加的な特徴を明瞭に示すために、図7(c)で繰り返されている。) 走行負荷はエンジンの最高トルク出力の関数として示されている。走行負荷がエンジンの瞬間出力トルクを超える場合は、これらの二つの線の間のクロスハッチングされている領域は走行用モータと始動モータとの少なくとも一方によって供給されるトルクを示している。走行負荷がエンジンの瞬間出力トルクよりも小さい場合は、クロスハッチングされている領域は電池の充電を示している。

30

【0159】

正の車両トルク要求が一定状態の巡航、加速または登攀等に対応し、負の車両トルク要求が減速または下り坂に対応することが分かる。エンジンの出力トルクは効率的な作動の範囲に制約されており、図7(a) (c) に図示されている様に、この範囲はエンジンの最高トルク出力(「MTO」)の30%~100%の間に制御されている。前述の様に、この30%という数字は、本明細書で言及されている類似の数字と同様に、本発明の範囲から逸脱することなく変化してもよいことが分かる。

【0160】

図7に示されている車両運転の例では、最初はMTOの30%未満の走行負荷でのみ、つまり、Aで示されている様な交通でのみ、車両が運転される。従って、必要とされる全トルクが走行用モータ25によって供給され、図7(b)に図示されている様に、電池バンク22の充電状態(「BSC」)が走行負荷に直接に対応している。走行負荷が負の場合は、回生制動によって電池バンクが充電されるのでBSCが増加する。(BSCにおける変化は、示されている事象を明瞭に説明するために、著しく誇張されている。)

40

【0161】

点Bにおいて、この特定の走行で最初に走行負荷がMTOの30%を超える。このことがマイクロプロセッサ48によって検出されると、始動モータ21がエンジン40を比較的高速で回転させ且つ触媒式排気ガス浄化装置64が予熱されて、Cで示されている様にBSCの短時間の消耗を引き起こす。エンジンが所望の始動速度、例えば300RPM、に到達し且つ触媒が最低の効果的な作動温度、例えば少なくとも350℃、に到達すると、

50

燃料の供給及び点火プラグの着火によってエンジンが始動され、それからクラッチがかみ合わされる。エンジンが既に比較的高速で回転しており且つ始動段階中にシリンダー中の空気の圧縮によって暖められているので、Dで示されている様に、エンジンは殆ど直ちに有用なトルクを発生し始める。

【0162】

その後、点E～G及びPにおける様に、車両のトルク要求がエンジン瞬間出力トルクを超えると、走行用車輪に追加トルクを供給するために、つまり、車両がモードVで運転される様に、走行用モータ25と始動モータ21との一方または両方が動かされる。走行負荷RLがエンジンの効率的作動範囲内のままである間、例えばMTOの30% > RL > MTOの100%の間は、車両はモードIVで運転される。モードIV運転中に、点Hにおける様に、もしエンジンの瞬間トルク出力が車両のトルク要求を超えていても、電池が比較的十分に充電されていれば、エンジンのトルク出力が走行負荷に釣り合う様に低減される。I及びJにおける様に、MTOが走行負荷を超えており且つBSCが既定レベルよりも下がると（図7（b）を参照されたい）、K及びL（図7（c））に示されている様に、エンジン40からの利用可能な余剰トルクは電池を充電するために使用される。Mにおける様に、車両のトルク要求が最小許容エンジントルク出力よりも低いと、電池を充電するためにエンジンが再び使用され、回生制動も実行されて電池を更に充電する。もし、Nにおける様に、例えば長い下り坂の間に、電池が実質的に完全に充電されると、図7（c）のQで見られる様に、エンジンが完全に止められてもよい。

【0163】

エンジン瞬間出力トルクを示す図7（a）中の点線が、車両の瞬間トルク要求を示す実線よりも遅れていることを示すことによって図示されている様に、エンジンのトルク出力の変化率は例えば一回転当たり2%以下に制限されている。この様にエンジン出力トルクの変化率を制限することは、望ましくない排出を制限し且つ燃料経済を改善するために好ましい。つまり、負荷が変化するに連れて化学量論的な燃料／空気比が幾分変化するので、運転者のアクセルペダルの押し下げと同時に（一般に実施されている様に）単に絞り弁を開けて追加燃料を噴射させることは、非化学量論的で且つ非効率な燃焼を結果として生じる。本発明のこの特徴に従って、エンジントルクの変化率は制限されている。このことは、負荷が変化するに連れて応答して、化学量論的燃焼を維持し且つ未燃焼燃料の排出を低減させるために、化学量論的燃焼の表示としての排気ガス流の酸素含有量を監視するための「ラムダ検知器」104（図3）を含んでおり本質的に従来通りである電子エンジン管理システム及び電子燃料噴射システムのために十分な時間を与える。

【0164】

エンジン出力トルクの最大許容変化率も、電池の充電状態に従って変えられてよい。より具体的に言えば、もし電池が比較的放電されていれば、加速命令に応じて電池から引き出される電力の量を制限するために、電池が比較的放電されていない場合よりも急速にエンジンの出力トルクが立ち上がることを可能にすることが望ましいかもしれない。より一般的には、電池に貯蔵されているエネルギーのモータ出力トルクへの変換及び対応する再充電期間に付随する不可避免的な損失が存在するので、電池から引き出される電力の量を制限する様にエンジンを動かすことが好ましい。

【0165】

前述の様に、図9、10は、車両運転モードを制御するために使用される制御プログラム中における主な判定点の高水準流れ図である。大まかに言えば、マイクロプロセッサは、車両の瞬間トルク要求つまり「走行負荷」RL、エンジンの瞬間トルク出力ITO（両方共エンジンの最高トルク出力MTOの百分率として示されている）、及び設定値に対する完全充電の百分率として示されている電池バンクの充電状態BSCの様なシステム変数用の検知され且つ計算された値を検査し、車両運転モードを制御するためにその比較結果を使用する。

【0166】

前述の様に、図9、10に図示されており（本発明の作動方法の主要な特徴を明瞭に示す

10

20

30

40

50

ために) 正確な基準に応じて判定されるとその中に記載されている本発明の制御方法に含まれている或る制御判定が、その代わり実質的に多少「ファジイ」であってもよい。本願ではこの用語は、設定値の値(例えば)が最近の履歴に応じるかまたは前述されていない被監視変数に応じて多少変化してもよいということを示すことを意図されている。前述の様に、種々の数値量に対して上記で与えられている値が本発明から逸脱することなく多少変化してもよいということも理解されるはずである。具体的な代案が、これらの代案の幾つかを実行する図9に説明されている段階のために下記に与えられている。

【0167】

例えば、前述の本発明の制御方法の例では、走行負荷がMTOの30%に等しい時に低速運転から高速道路での巡航への移行が発生する、と繰り返し明言されている。付加請求項で「SP」とまた時々以下で移行点(つまり、モードI及びIVにおける運転間の)と呼ばれているこの設定値は、明らかに任意であり、本発明の範囲内において例えばMTOの30~50%の間で相当に変化可能である。

【0168】

マイクロプロセッサが、何日間か何週間かに互って車両の運転を監視して、反復的な運転パターンに応じてこの重要な設定値を置き替えることも、本発明の範囲内である。例えば、運転者が毎朝同じ時間頃に混雑した郊外の住宅団地から仕事場へ同じ道筋を運転することを考える。一般に、走行負荷は、各々の日の最初の数分間はMTOの20%未満のままであり、それから運転者が数個の交通信号灯を通過する他の数分間はMTOの0~50%の間で変化し、それから運転者が高速道路上へ加速するに連れて突然MTOの150%へ増加する。その様な日々のパターンを記録及び分析する様にマイクロプロセッサをプログラムし、それに応じて制御方法を適応させることは、この技術分野の技能の範囲内である。例えば、上記の様な規則的なパターンの認識に応じて、移行点がMTOの60%に調整されてもよい。このことは、郊外での交通でしばしば発生する様に一度に数百ヤードの間走行負荷がMTOの30%を超える時に、反復的なエンジン始動を防止する。同様に、各々の日に同じ全距離が網羅された後に、エンジン始動課程が始められてもよい。

【0169】

モードIからモードIVへの移行を制御するためにそれに対して走行負荷が比較される設定値SPが、他の変数に依存して、MTOに対する走行負荷の一つの比較から次の比較へ変化してもよい様に、SPを多少「ファジイ」にすることも本発明の範囲内である。例えば、前述の様に、もし低速運転中に運転者がアクセルペダルを迅速に押し下げれば、このことは最高の動力が間もなく必要とされることの指示として扱われることができ、走行負荷が特定の設定値SPに到達する前にエンジン始動操作が始められ得る。

【0170】

走行負荷が既定の設定値SPに等しい時に実行されている運転モードに依存して移行点の値が変化してもよい。例えば、低速モードから高速道路での巡航モードへ変化するためにそこで運転モードが制御される設定値が、前述の例と同様に、通常はMTOの30%に調整されているとする。もし、走行負荷がこの値の近傍で変動する様な交通状態であり且つエンジン作動が走行負荷にのみ応じて制御されるのであれば、郊外での交通でしばしば発生する様に走行負荷が一度に数百ヤードの間MTOの30%を超えそれからMTOの30%未満に下がるのと同時に、エンジンは繰り返し始動され且つ止められる。平坦路での中速巡航で発生する様に、もし走行負荷が平均ではMTOの30%を超えていても時々この値未満に下がれば、繰り返しの再始動が発生するかもしれない。

【0171】

時間に互って走行負荷を監視しそれに応じてこの走行負荷を別個の設定値と比較することによって、エンジンの始動及び停止に関するこの望ましくない反復的なシーケンスの多くが排除され得る。異なる状態の発生と同時にモードIV運転を開始することが望ましいかもしれない。例えば、エンジンは長時間の低速巡航のために動かされるが、高速道路速度への加速中の様に走行負荷が高い方の設定値SP2、例えばMTOの50%、を超えると直ちにエンジンを始動させるために、走行負荷が長時間の間最初の低い方の設定値SPを

超えた後にのみモード I V がモード I から移行されてもよい。同様に、走行負荷が長時間の間モード I V 運転用の最低設定値未満の場合にのみエンジンが止められることが好ましいかもしれない。この様にモード切換え判定において「履歴現象」を備えることが、或る様式の運転における反復的なエンジン始動を制限する。運転パターンが明瞭になるに連れて、つまり、マイクロプロセッサによって認識されるに連れて、これらの制限は更に調整され得る。

【0172】

更に付け加えられた改善では、走行負荷がモード I V 運転用のいつもの最低値未満に下がった時にエンジンが止められる設定値は、B S C に依存して変化可能である。もし電池が実質的に完全に充電されていれば、走行負荷が M T O の 30 % 未満に下がると同時にエンジンが止められてもよい。しかし、もしそれらの充電状態が低ければ、停止時つまりゼロ走行負荷であっても、電池を充電するために、エンジンは動き続ける様に制御されてもよい。勿論、エンジンがトルク発生のための効率的な速度で動き得る様に、走行負荷が M T O の 20 ~ 30 % 未満に下がった時にクラッチは従前通り解放されなければならない。

【0173】

この様に、図 9 は、マイクロプロセッサによって動かされる制御プログラムの主要な判定点を、M T O の 30 % に等しい走行負荷で調整されているモード I の低速運転とモード I V の高速道路での巡航との間の移行点と共に、示している。それから、後述の代案で幾つかの判定点を代用することによって、前述の幾つかの種々の選択のための例が与えられている。具体的に示されてはいないが本明細書中に記述されている他の任意点は本発明の範

【0174】

制御プログラムは段階 100 で開始され、ここで走行負荷 R L が M T O の 30 % 未満かどうかをマイクロプロセッサが判定する。もし答えがはい (「Y」) であれば、段階 103、105 で示されている様に必要であればクラッチが解放される。それから段階 110 で電池バンクの充電状態 B S C が検査される。もし B S C が完全充電の 50 ~ 70 % の間であれば、車両はしばらくの間純粋な電気車両として動くことができ、従って 115 で示されている様にモード I が実行される。それから、段階 100、103、110 を含む「モード I」ループが確立される。これらの段階で検査される総ての状態が不変である限り、車両はモード I で運転され続ける。

【0175】

しかし、もし段階 110 で B S C がその最高値の 50 % 未満であると判定されれば (「N」)、段階 120 で検査されている様に電池バンクの最高充電状態の例えば 75 % まで電池バンクを充電するために、可能であればエンジンが動かされる。段階 125 で検査された時にもしエンジンが既に動いていれば、段階 130 で示されている様に電池が充電され、135 で示されている様に段階、100、103、110、120、125、130 を含む不変の「モード I I」ループが確立される。(B S C が 70 % に到達した時に電池充電が中止されるのを防止するために、このモードでは、段階 110 の通常の操作が迂回または不能にされる)。もしエンジンが動いていなければ、段階 140 で示されている様に、エンジン始動サブルーチン (図 10 (a) によって別に示されている) が実行される。

【0176】

「入る」ブロック 141 で始まるエンジン始動サブルーチンでは、必要であれば段階 142 ~ 143 でクラッチが解放され、触媒温度が少なくとも約 350 °C であるかどうかを判定するために、145 で触媒温度が検査される。150 で示されている様に、必要時には触媒が予熱される。触媒が適切に加熱されると、それから、ブロック 155、160 を含むループによって示されている様に所望の始動速度が到達されるまで始動モータによってエンジンが回転される。エンジンが所望の始動速度に到達すると、エンジンが段階 165 で燃料の供給と点火プラグの着火とによって始動されて「戻る」ブロック 170 によって示されている様にエンジン始動サブルーチンを終了させる。前述の様にもしエンジン始動サブルーチンがモード I I ループから移行されると、130 で示されている様に電池バン

クが充電されるかもしれない。

【0177】

段階120の実行中にもしBSCが40%未満らしければ、このことはエンジンまたは充電システムの故障時にしか発生しないが、段階175が実行されてもよい。従って、もし $30\% < BSC < 40\%$ であれば、非常事態の運転のために、車両は電気自動車としてモードIIIで運転されてもよい。しかし、このことは、電池バンクの有効寿命を縮める傾向がある深い放電を避けるために、厳格に制限されるべきである。177に示されている様に、もしBSCが30%未満に下がれば、車両は完全に不能にされる。

【0178】

もし段階100でRLがMTOの30%を超えていると判定されれば、プログラムは段階180へ進み、項 $30\% > RL > 100\%$ が評価される。つまり、走行負荷がモードIVにおける高速道路での巡航に適切であるかどうかをマイクロプロセッサが判定する。もし適切であり且つ段階190で検査された時にもしエンジンが動いていれば、段階180、190を含む不変のループが確立される。これらの検査の一つの状態が変化するまで、185で示されている様に、システムはモードIVのままである。

【0179】

もし段階190でエンジンが動いていないと判定されれば、195で示されている様に、前述の様に段階140で始まるエンジン始動サブルーチンが実行される。200で戻ると同時に、210でクラッチがかみ合わされ、段階180、190を含むループが実行される。

【0180】

記述されている様に、段階180でRLがMTOの30~100%の間にあるかどうか判定される。もしそうでなければ、段階220でRLがMTOの100%よりも大きいかが判定される。もしそうであれば、モードVが実行され、230で示されている様に、車両を推進させる追加トルクを供給するために走行用モータ（及び任意に始動モータ）が動かされる。従って、段階220で検査されるテストの状態が変化するまでモードVが不変のままである様に、段階220、230を含むループが確立される。

【0181】

段階220の実行中に、今度はRLがMTOの100%未満らしければ、段階215でRLがMTOの30%未満かどうか判定される。もしそうであれば、240で示されている様にエンジンが止められ、プログラムは段階100へ戻る。もしそうでなければ、プログラムは段階180へ戻される。

【0182】

図9の流れ図によると、もし走行負荷がMTOの30%未満からMTOの100%超へ迅速に増加すれば、システムがモードIからモードVへ、つまり、段階100から段階220へ直接に進めることが分かる。例えば高速道路の交通に合流するために停止からの急速な加速が必要とされている時に、運転者がシステムをこの様に運転できる様にすることは重要な安全特徴である。これらの状況ではモードVにおける最初の運転中にはエンジンは動いておらず、電池バンクの著しい消耗を伴い、走行用モータを酷使する。従って、（エンジン始動サブルーチンを含む）段階190、195、210と同等の段階が段階220に続き且つ段階230に先行することが理解されるはずである。つまり、結局、モードIからモードVへの直接の移行中にモードIVが効果的に省略されており、可能な限り速やかにエンジンが始動されクラッチがかみ合わされる。平明のためにこれらの重複段階は示されていない。

【0183】

図9の前述の説明では、総ての状況下で走行負荷がMTOの30%に等しい時に移行が発生する様に低速運転と高速道路での運転との間の移行点が調整されていることが想定されている。しかし、前述の様に、低速モードが再実行される走行負荷、例えばモードIV中で走行負荷が20%未満に下がる時、よりも高い走行負荷、例えばMTOの50%、で車両が低速のモードIから高速道路での巡航モードIVになる様にシステムを動かすことが

望ましいかもしれない。このモード切換え点の「履歴現象」ー例えば、M T Oの50%までの走行負荷まで車両がモードIで加速することを可能にするが、走行負荷がM T Oの20%未満に下がるまで、モードI V作動を終了させるエンジンの停止を行わないことーは変動走行負荷の期間中における過度のモード切換えを回避する。

【0184】

例えば、典型的な郊外の交通において、一般に人はさもなければ通常の巡航速度かもしれない速度までM T Oの30%を超えて加速するがその後再び間もなく停止するかもしれない。この様に負荷が30%の近傍で変動するに連れてエンジンを反復的に停止及び再始動させることは、非効率的である。走行負荷がよく時々30%未満に下がる場合に、モードI Vでの平坦路での中速巡航中における不必要なモード切換えを回避することにも、履歴現象が同様に有用かもしれない。再び、エンジンをくり返し停止及び再始動させることは非効率的である。

10

【0185】

この様に走行負荷における変化の方向に依存して異なるモード切換え点を与えることは、走行負荷R Lを時間の関数として監視して適切な制御行動を採ることによって容易に遂行され得る。例えば、R LがM T Oの50%を超えることなくM T Oの30%である「通常の」モード切換え点を例えば30秒間超えるまで、もしシステムがモードIに維持されれば、さもなければ多分郊外での交通で遭遇されるはずである過度のモード切換えが大いに回避され得る。図10(b)は、図9の段階100に取って代わっているこの「低速履歴現象」を実行する段階100'を示している。図示されている様に、R LがM T Oの30%未満であるか、または、R Lが30秒間よりも長くはM T Oの30%を超えていないか若しくはM T Oの50%を超えていない限り、システムは低速モードIのままである。もし後者の状態の何れか一方が発生すれば、プログラムは段階180へ進んでモードI V運転を始める。

20

【0186】

同様に、もし走行負荷が固定モード切換え点の近傍で変動すれば違う様に発生するかもしれない過度のモード変化を実行するために、R LがM T Oの30~100%の間のままであるか、R Lが30秒間よりも長くR L未満ではないかまたはM T Oの100%を超えていない限り、システムがモードI Vのままであると単に規定することによって、モードI Vの巡航中の履歴現象が実行され得る。このことは図10(c)に示されている様に実行され得る。変更された段階215'が、図9の段階215に取って代わっており、もしシステムがモードI V中であり、R Lが30秒間よりも長くM T Oの30%未満でなければ、段階180が再実行され、その結果として「モードI Vループ」を維持する、と規定している。R Lが30秒間よりも長くM T Oの30%未満であれば、段階240でエンジンが止められ、制御が段階100へ移行され、モードIが再実行される。

30

【0187】

図6~10に図示されている様な本発明の詳細な制御方法に対する多数の更に付け加えられた改変が、当業者の心に浮かび、本発明の範囲内である。例えば、電池温度や周囲温度等を示す被監視変数に従ってB S Cに応答する限りにおいてシステムの作動を変更することが望ましいかもしれない。例えば、暑い日には、電池バンクを完全充電の60%よりも高くまで充電することは、過熱を引き起こすかもしれないので、回避することが得策かもしれない。更に、安全のための最高の車両応答性と消費者の受入れの容易さとを与えるために、また、最適化された制御方法が得られるかもしれない車両の使用パターンの詳細な履歴現象の記録をマイクロプロセッサが徐々に増やす時に何日間か何週間に互って、前述の様に特にモードI、I V、V間の移行点が運転者の命令に従って変化してもよい。

40

【0188】

運転者がシステムの働きを詳細に理解する必要なしに、運転者からマイクロプロセッサに有用な制御情報を供給することが可能かもしれない。例えば、運転者は所望の巡航速度に到達した時に「クルーズコントロール」をセットすることに今では十分に慣れている。その後、車両の速度を実質的に一定に維持するために、現存するエンジン管理システムが走

50

行負荷における変化に関して瞬間エンジントルク出力を制御する。図4に示されている様に、運転者によって入力された所望の巡航速度を受け取ることはマイクロプロセッサによって簡単なことである。その場合運転者は絞り弁の連続的な制御から解放され、車両の速度を実質的に一定に維持するために、マイクロプロセッサが同様に走行負荷における変化に関して瞬間エンジントルク出力を制御する。これらの両方共が従来通りである。しかし、本発明によると、運転者が巡航モードから抜け出すことによって反対を指示するまでシステムが巡航モードI Vのままである様に、マイクロプロセッサは移行点の再調整も行う。

【0189】

前述の様に、本発明の更に付け加えられた実施形態によると、車両の効率及び駆動能力の更なる改善に有用である時に動かされその他の時には動かされない様にマイクロプロセッサ48によって制御されるターボ過給機100を備えることによって、前述の通りのハイブリッド車両に追加の柔軟性が与えられる。「即時応答ターボ過給機」を備えることは、エンジンが必要時に異なるトルク出力範囲で効率的に作動することを可能にする。本質的には、比較的長い期間Tの間、例えば長時間の高速運転中やトレーラーの牽引中や長い丘の登攀中に、車両のトルク要求つまり前述の「走行負荷」がエンジンの無過給最高トルク容量を超える場合にのみ、ターボ過給機100が使用される。T未満の比較的短い期間の間、走行負荷がエンジンの最高トルクを超える場合は、第5, 343, 970号特許及び前述の様に、走行用モータが（及び多分始動モータも）追加トルクを供給するために使用される。本発明の更に付け加えられた特徴によると、期間Tは電池バンクの充電状態に応じて制御される。電池バンクが比較的消耗されている場合は、電池バンクを維持するために、電池バンクがそれ程には消耗されていない場合よりも早くターボ過給機が動かされる。

【0190】

当業者には周知の様に、ターボ過給機100（図12を参照されたい）は一般に共通の軸106上の二つのタービン羽根車102、104を含んでおり、本明細書では夫々排気側羽根車及び吸気側羽根車と呼ばれる。エンジン40からの排気ガスの流れが排気側羽根車102に回転を生じさせる。吸気側羽根車104が、軸106に駆動され、吸気フィルタ110を介してターボ過給機100の本体内に空気を引き込む。従って、吸気を圧縮することによって排気流中の廃熱が効果的に回収され、吸気はエンジン40の吸気マニホールドに送られる。追加トルクが発生される様に、この様にして供給される追加空気中で追加燃料が燃焼させられ得る。圧縮空気は必要ならインタークーラー112中で周囲の空気との熱交換によって断熱的に冷却されてもよく、このことがエンジン40の熱効率を更に改善する。

【0191】

典型的なターボ過給機の作動では、排気側羽根車102に加えられる排気圧を制限するために「排気逃し」114が備えられており、このことが吸気側羽根車104の速度を制限し且つターボ過給機によって与えられる「ブースト」を規制する。排気逃しは、（ターボ過給機付レース用エンジンの出力を規制するために一般に備えられている様に）固定ブースト圧で開く様にばね式であってもよく、エンジン吸気マニホールド内の圧力を制御変数として使用する帰還ループ中で制御されてもよい。自動車ハンドブック、第2版、ロバート・ボッシュ・ゲーエムベーハー（1986年）、第356頁を参照されたい。更に、従来の実施では、ターボ過給機は常に使用され、それに応じてエンジンの設計が最適化されている。例えば、無過給ガソリンエンジンの圧縮比が9～11：1であるのと比較して、ターボ過給ガソリンエンジンの圧縮比は一般に7～8：1である。本発明によるとどちらの実施も使用されず、ターボ過給機は必要時にのみ動く様にマイクロプロセッサによって制御され、エンジンの圧縮比及びその他の設計パラメータは、無過給モードでの作動時と関連する設計基準に基づいて選択される。

【0192】

本発明によると、排気逃し114はマイクロプロセッサ48によって制御される。ターボ過

給によって供給される余分な動力が必要とされる状況を除いて、エンジン排気がターボ過給機 100 を確実に迂回する様に、(図 1 に示されている様に) 排気逃し 114 が開けられている。ターボ過給機の使用時にのみエンジン 40 がこのターボ過給機を介して吸気する様に、マイクロプロセッサ 48 によって制御される弁 120 が、ターボ過給機 100 の吸気側とエンジンの吸気マニホールド 122 とを接続している導管中に備えられていてもよい。その場合は、第二の吸気フィルタ 124 も備えられている。

【0193】

自動車用途のためのターボ過給は、一般に、比較的小排気量のエンジンがそれらの作動範囲の上限で高い馬力を発生させるために使用される。その様なエンジンのその他の設計パラメータ (例えば、カム軸の輪郭) も同様に選択されている。高 r p m 馬力発生のためにこの様に最適化されているエンジンは、低速トルクを低減させ、つまり、無過給エンジンに比較して「ピーキー」である。低速から程々の加速を得るために可変比変速機が不可欠である。別の言い方をすれば、自動車用途のために一般に実行されている時のターボ過給は、エンジンの速度範囲の上限で比較的高いトルクを発生させるが、低速では比較的乏しいトルクしか発生させない。その様なエンジンは本発明の実施に不適切である。更に、ターボ過給エンジンは、一般に、「ターボラグ」、つまり、必要とされるトルクの急な増加に対する遅い応答に苦しんでいる。後述されている様に、この特有の問題は本発明によるハイブリッド車両におけるターボ過給機の使用によって克服されている。

【0194】

ターボ過給エンジンがトラック等の様な重走行負荷車両での適応にも使用されていることを当業者は分かっている。しかし、これらの車両は、エンジンの狭い動力ピークが負荷に釣り合わされ得る様に 12 か 16 かまたはそれよりも大きい比率の変速機を必要とし、また、過度のギヤ変更及びコストのみならず非常に乏しい加速を示す。これらの総ては通常の自動車運転手にとって容認できない。従って、低速トラック様式及び高速自動車様式の両方の通常ターボ過給エンジンは、本発明の実行の際に十分ではない。本発明の重要な目的である、高速道路での巡航の際に可変比変速機なしでエンジンのみによって車両が推進されることを、どちらも可能にはしない。

【0195】

前述の様に、従来の使用では、ターボ過給機は常に使用されている。それに比べると、本発明によると、ターボ過給機は特定の運転状態でのみ使用される様にマイクロプロセッサ 48 によって制御され、このことがその他のモードでもエンジンが効率的に動かされるのを可能にしている。

【0196】

図 13 は、前述の様に、図 6 と類似点のある図である。そこに示されている本発明のハイブリッド車両伝動装置の作動の異なるモードは、図 6 に図示されている図 3、4 の車両のモードと同一であるが、ターボ過給モード V I が追加されている。同様に、図 14 は、図 7 に類似しているが、本発明のこの特徴による「即時応答ターボ過給機」を含む車両の運転を図示している。

【0197】

図 13 に示されている様に、本発明のこの特徴によると、更に付け加えられた領域 V I が備えられており、この領域 V I では期間 T よりも長く走行負荷がエンジンの最高出力を超えたことをマイクロプロセッサ 48 が検出した時にマイクロプロセッサ 48 によってターボ過給機 100 が動かされる。これらの事象は、一般に、車両がトレーラーを牽引しているかさもなければ荷物を重く載せられているか、長い丘を登攀しているか、または、長時間の間高速で運転されている時に発生する。

【0198】

より具体的に言えば、前述の様に、高速道路への加速中や追い越し中の様に、T よりも短い時間の間走行負荷がエンジンの最高出力を超える時にのみ、必要とされる追加トルクを供給するために走行用モータが使用される。T よりも長い時間の間走行負荷がエンジンの最高出力を超える時は、排気逃し 114 を閉じ、また、ターボ過給機 100 の吸気側とエ

10

20

30

40

50

エンジン40の吸気マニホールド122との間の導管を開けるために、もし備えられていれば、弁120を動かすことによって、ターボ過給機が動かされる。ターボ過給機がその作動速度範囲に「巻き上げられる」に連れて、エンジン40によって発生される最高トルクが増加し、走行用モータ25によって発生されるトルクは徐々に低減される。事象のこのシーケンスは、図14に関連して更に後述されている。

【0199】

図13は、領域Vと領域V1とを分けている線の $t=0$ 平面に対する角度によって、Tが電池バンク22の充電状態と共に変化可能であることも示している。電池バンクが十分に充電されている場合は、電池バンクが比較的十分には充電されていない場合よりも、Tが長い、つまり、エンジンの最高トルク出力を超過している走行負荷を長期間満たすために電池バンクからのエネルギーが使用される。最高加速が必要とされている時に、例えば、運転者が積極的にアクセルペダルを完全に押し下げたことを検出すると同時に、追加のエンジン出力を供給するためにも、ターボ過給機が動かされ得る。

【0200】

前述の様に、(a)～(c)を含む図14は、都会での低速運転、高速道路での巡航及び長時間の高負荷運転中に、電気自動車モード、無過給モード及びターボ過給モードでの走行負荷、エンジントルク出力、電池バンクの充電状態及びエンジンの作動が時間に関して変化する場合にこれらの間の関係を示すタイミング図であり、その結果として、本発明に従って使用されている制御方法を更に図示している。図14は図7と本質的に同一であるが、期間Tよりも長く走行負荷がMTOの100%を超える時のターボ過給機100の作動の図示が追加されている。

【0201】

この様に、図14(a)中に t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 で示されている様に、マイクロプロセッサは、走行負荷がMTOの100%を超える時間 t の長さを監視し、BSCに従って変化することが好ましい値T—このことは図14(b)上の矢印を付けられているTの相対的な長さによって示されている—と t とを絶えず比較する。図14(a)中のE、F、Gにおける様に、 $t < T$ の間は、走行負荷によって必要とされる超過トルクは、電池バンクから電力を引き出す走行用モータと始動モータとの一方または両方によって供給される。なお、第5,343,970号特許に従って、これらのモータは共にMTOの少なくとも100%までトルクを連続的に供給することができる定格にされている。このことは可変比変速機なしで良好な車両性能のための十分なトルクをモータが供給することを可能にする。Fにおける様に、 $t < T$ の短期間の間、MTOの100%を遥かに超える定格よりも多くのトルクを供給するためにモータが酷使されることもある。示されている様に、本発明の重要な特徴によると、 $t > T$ の長期間の間MTOを超過するトルクが必要とされる場合は、ターボ過給機が動かされる。

【0202】

従って、Pにおける様に、 $t_4 \geq T$ の場合は、本質的に前述の様に、つまり、排気逃し114と(もし備えられていれば)弁120とを閉じることによって、マイクロプロセッサはターボ過給機を動かす。Qにおいて示されている様に、数秒かかるかもしれないがターボ過給機が「巻き上げられ」、ターボ過給機が与えるブーストが増加するに連れて、Rにおいて示されている様に、走行用モータによって(及び多分始動モータによっても)与えられるトルクがそれに応じて低減させられる。運転者はターボ過給機の作動を始めるための如何なる動作も知ったり採ったりする必要がない。このことは、時間に互る走行負荷と電池バンクの充電状態との監視に応じてマイクロプロセッサによって制御される。

【0203】

図13、14の両方に関連して記述されている様に、BSCが比較的低い場合はターボ過給機が比較的速やかに動かされる様に、TがBSCに従って変更されることが好ましい。このことは、BSCが好ましくない低い値まで下がらない様に、走行負荷がMTOの100%を超えている場合に、エンジン及び走行用モータ(または両方のモータ)の運転中に電池から奪われるエネルギー量を制限する。

10

20

30

40

50

【0204】

本発明によるハイブリッド車両にマイクロプロセッサ制御ターボ過給機を備えることが、追加モードにおける運転を可能にして、提供される運転機構における柔軟性を増加させることを、当業者は分かる。本質的に、このターボ過給機は、必要な場合にのみ大きなエンジンを提供し、その他の場合の効率を犠牲にしない。このことは本発明のハイブリッド車両の目的を満たす際に特に重要である。より具体的に言えば、前述の運転上の利点に加えて、本発明によるハイブリッド車両に「即時応答ターボ過給機」を備えることは、この備えがない場合に比べてエンジンを小型化すること、つまり、既定重量の車両に十分な高速道路性能を与えること、を可能にする。始動モータ／発電機が（例えば、長時間の都会での運転中に）電池を充電するために動かされる場合はエンジンが効率的に動かされる様にエンジンに十分に負荷を与える様な大きさに作られなければならないので、小さなエンジンの使用は小さな発電機モータの使用を可能にする。同様な理由のために、小さなエンジンを備えることは、低い平均速度で始まる高速道路での運転において車両を効率的に推進させるためにそのエンジンが使用されることを可能にし、それがまた結果として良好な燃料経済を生じる。本発明による「即時応答ターボ過給機」を備えることによって、車両の最高性能を犠牲にすることなくこれらの利点の総てが現実され得る。

10

【0205】

前述の様に、本発明による「即時応答ターボ過給機」の一つの便利な実施は、マイクロプロセッサによって制御されるソレノイド等によって排気逃しを動かすこと、つまり、ターボ過給作動が必要とされている時以外にバイパス弁として排気逃しを使用することである。別個のバイパス弁が追加的にまたは代わりに備えられていてもよい。排気逃しは、図12に示されている様に、また、一般に従来の様に、与えられた「ブースト」を制限するためのばね式逃し弁として実行されることが更に好ましい。検出された車輪の空転を制限するためにトルクを制限するために中間位置、つまり、完全開放位置と閉塞位置との中間を採る様に排気逃しを動かすこと、及び、最高速度への「巻き上げ」に必要な時間を低減させるためにターボ過給機の羽根車を中間速度で回転させておくことも、本発明の範囲内である。車両性能を確保するために高い標高で十分なブーストが与えられることを確実にするために、適切な検知器107（図12）によって与えられる大気圧信号に応じて排気逃しを調整することも、本発明の範囲内である。

20

【0206】

図13、14に示されている車両運転の異なるモードを実行するためにスーパーチャージャ、つまり、エンジンによって駆動される容積移送式空気ポンプが使用され得ることも分かる。例えば、スーパーチャージャの作動は、電気制御クラッチを介してスーパーチャージャを駆動することによってマイクロプロセッサによって制御可能であり、従ってこのことは本発明の範囲内である。しかし、ターボ過給が吸気マニホールドに到達する空気を圧縮することによってエンジン排気中の廃熱の幾らかを効果的に回収するのに対して、スーパーチャージはエンジントルクを消費するので、スーパーチャージャの作動はターボ過給機の作動ほど効率的ではない。従って、詳細に記述されている様なターボ過給が好ましい。

30

【0207】

従って、長期間の高トルク要求中にのみ動く様に車両の制御装置によって制御されるターボ過給機をハイブリッド車両の内燃機関に備えることによって、ターボ過給機が連続的に動かされる従来のシステムや小さなターボ過給エンジンと同じ最高トルクを有する大きなエンジンの何れと比較しても、多数の重要な利点の実現されることが分かる。後者に関しては、エンジンが大きくなるほど発生しにくくはなるが、前述の様に、ピークトルク出力の近傍で動かされる場合を除いて総ての内燃機関が非常に非効率的である。前者に関しては、典型的な「ピーキーな」トルク曲線を有する従来通りのターボ過給エンジンを使用することは、高速道路での運転中に車両を推進させるために可変速変速機なしでエンジンが使用されることを可能にしない。その代りに、実際に必要な時にのみ使用される「即時応答ターボ過給機」を備えることによって、高速道路での巡航中に車両を効率的に推進させるというその主要な機能のために最適化されており必要時には遥かに大きなエンジンとし

40

50

て作動可能な小さなエンジンを、本発明の車両が使用することができる。

【0208】

本発明によって与えられる他の利点は、排気逃しが正常に開いている場合は、排気温度が高いままであって触媒式排気ガス浄化装置の性能を最適化しており、従来通りに実行される場合は、ターボ過給機の回転翼の回転中に排気ガスのエネルギーが除去されるのと同様の排気ガスの冷却は特に低速において触媒式排気ガス浄化装置の良好な性能を保護することができる、という事実を含んでいる。更に、必要時に走行用モータが追加トルクを供給するので、運転者がより多くの動力を必要とする時にターボ過給機が「巻き上がる」ために従来のターボ過給車両で経験される「ターボラグ」が排除される。

【0209】

本発明に従って構成され且つ運転されれば、つまり、長期間の高トルク要求中にのみ作動する様に車両の制御装置によって制御されるターボ過給機付きの内燃機関をハイブリッド車両が有していれば、スポーツユーティリティ車両やバンの様に乏しい空力特性しか有していない重い車両でも、良好な加速並びに登攀及び牽引能力を提供することができ、更に非常に良好な燃料経済と非常に低い排出とを提供する。

【0210】

本発明の他の特徴は、システムの種々の部品をある大きさに作る方法に関係している。本発明のこの特徴によるターボ過給機を含んでいない車両のための部品選択の例が前述された。6, 000ポンドのトレーラーを牽引している場合でも程々の加速及び追い越し性能を有することが必要とされている5, 500ポンドの「スポーツユーティリティ車両」(「SUV」)を更に付け加えられた例として使用すると、本発明のハイブリッド駆動システムの部品をある大きさに作ることは、下記の通り遂行されることが好ましい。

【0211】

1. 中位の勾配に沿って中速から高速へトレーラーなしでSUVを駆動するために十分なトルクを有する内燃機関が選択される。6, 000最高RPMにおいて100馬力のエンジンが適切である。

【0212】

2. もしトレーラーが牽引されるのであれば、前述の様に動かされるターボ過給機が付加される。ターボ過給機は作動時には140馬力を供給する様な大きさに作られる。

【0213】

3. 充電器モータは、適切なエンジン速度においてエンジンの最高トルクの約70%に等しいエンジン負荷を与える様な大きさに作られる。この様にして、前述の様に、電池充電中に燃料が効率的に使用される。その例では、充電器モータは、本質的にエンジンのはずみ車を形成している「面板」または「パンケーキ」様式として形成されている30~40馬力容量の誘導モータであることが好ましい。その様なモータは、上記に特定されているエンジンによって1200~1500rpmで発生される最高トルクの70%である20~22馬力を必要とする発電機として動かされ得る。従って、電池充電は非常に燃料効率的な方法で遂行され得る。

【0214】

4. 必要時に始動モータが援助しつつ停止から特定されている最大勾配を克服するために、走行用モータはゼロ速度において十分なトルクを供給する大きさに作られる。その例では、走行用モータは、16, 000rpmの最高速度を有する100馬力の誘導モータであってもよく、適切な減速比を与えるチェーン駆動装置を介して駆動輪に接続されていてもよい。この例では、第5, 343, 970号特許の発明の特徴に従って、組み合わせられた始動モータと走行用モータとから利用可能な全トルクが、エンジンによって供給されるトルクを超えることが分かる。

【0215】

5. 走行用モータのトルク対速度曲線は、エンジンからのトルクを使用せずに、都会での運転、特に連邦都会運転燃料総マイル数検査(「FUDS」)に準拠するのに十分な加速を与えることを可能にする様に選択される。

10

20

30

40

50

【0216】

6. 従って、電池容量は、十分なサイクル寿命を与える様に、つまり、多くの反復的な運転サイクルに互る深い放電によって応力超過にならない様に選択される。その例では、800v、8.5K A Hの電池パックが備えられる。

【0217】

7. 最後に、詳細に前述されている制御機構を実行するための、つまり、低速における唯一の駆動トルク源として走行用モータを使用し、走行負荷が設定値を超えて増加している時にエンジンを始動させ、電池の充電状態によって変更されてもよい規定時間Tよりも長く走行負荷がエンジンの最高トルクを超えている場合にターボ過給機を動かす、また、前述のその他のことを行うための、ソフトウェアが制御装置に備えられる。

10

【0218】

前述の様に形成されているSUV（トレーラーなし）は、ガロン当たり40マイルを走行することができ、一方では、一般に15mpgの燃料経済しか生じない従来のSUVと同等の走行性能を与えることを、シミュレーションが示している。

【0219】

本発明のハイブリッド車両及びその運転方法が本明細書に記述されている従来技術と比べて多数の利点を与え、これらに対する更に付け加えられた改良及び改変がこの技術分野の技能の範囲内である、ということが分かる。従って、本発明の好ましい実施形態が開示され且つ種々の代案が具体的に言及されたが、本発明はそれらによって制限されない。

【図面の簡単な説明】

20

【図1】典型的な内燃機関についての出力対回転速度（RPM）の図面であり、従来の自動車で使用された場合のエンジンの相対燃料消費をガロン／馬力・時で示している。

【図2】図1中で描かれている状況と同様の状況下において本発明中で使用されている比較的小さな内燃機関の作動を記述している同様の図面である。

【図3】本発明によるハイブリッド車両駆動システムの第一実施形態における主な部品の概略図である。

【図4】第二実施形態における本発明の駆動システムの主な部品のブロック図であり、図3の構造とは或る機械的構造において異なっており、両方の実施形態で与えられる種々の制御信号を示している。

【図5】電池バンク、インバータ及びモータ回路の部分概略図である。

30

【図6】車両の伝動装置の作動における異なるモードを図示している図面であり、三次元図に記入されており、車両の運転モードが電池バンクの充電状態、瞬間走行負荷及び時間の関数であることを示している。

【図7】（a）～（c）を含んでおり、時間の関数としての走行負荷、エンジントルク出力、電池バンクの充電状態及びエンジンの作動を示すタイミング図であり、従って都会での低速運転、高速道路での巡航及び長時間の高負荷運転の間に使用される典型的な制御方法を示している。

【図8】（a）～（d）を含んでおり、種々の運転モードにおける、本発明のハイブリッド伝動装置の部品間のトルク及びエネルギーの流れを示す図である。

【図9】本発明による車両によって与えられる制御方法を実行するためにマイクロプロセッサによって使用されるアルゴリズムの簡単な流れ図である。

40

【図10】（a）は図9の流れ図中で使用されているエンジン始動サブルーチンの流れ図であり、（b）は図9の流れ図の一つの段階の代替版であり車両制御方法を改変しており、（c）は図9の流れ図の別の段階の代替版であり同様に車両制御方法を改変している。

【図11】電動始動モータ及び電動走行用モータ並びに内燃機関の好ましいトルク対速度特性を示している図である。

【図12】図3に類似の概略図であり、本発明によるハイブリッド車両伝動装置の代替の実施形態を示しており、必要時にのみ使用される様に制御可能に動かされ得るターボ過給機がエンジンに備えられている。

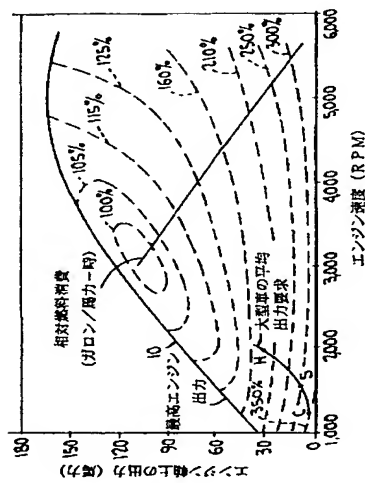
【図13】図6に類似点のある三次元図であり、図12のターボ過給ハイブリッド車両の

50

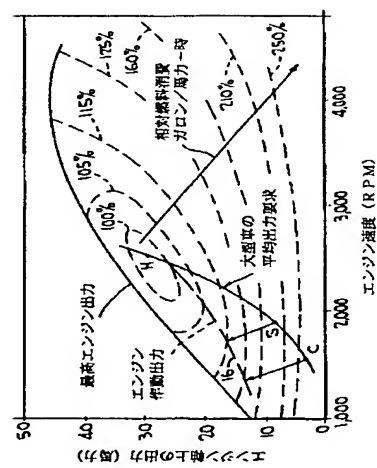
運転モードを示している。

【図14】図7に類似のタイミング図であり、再び(a)～(c)を含んでおり、図12のターボ過給ハイブリッド車両の典型的な運転を示している。

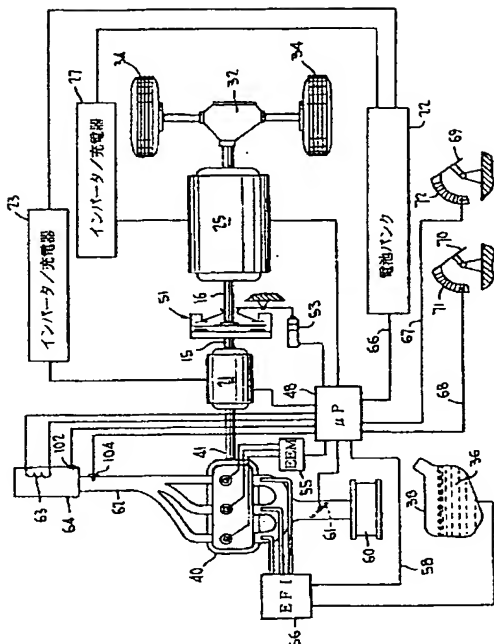
【図1】



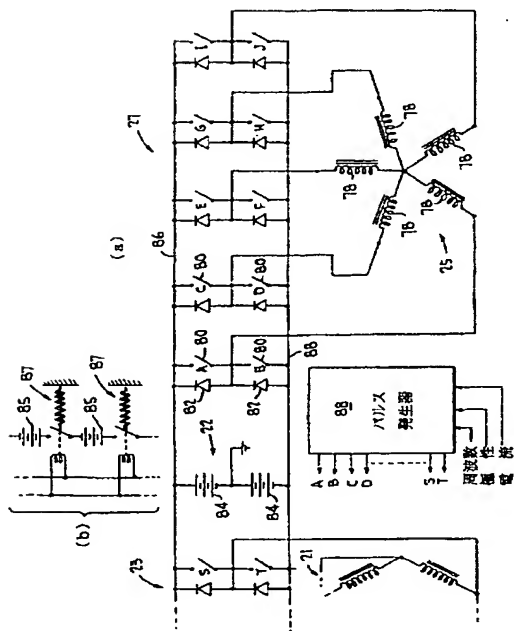
【図2】



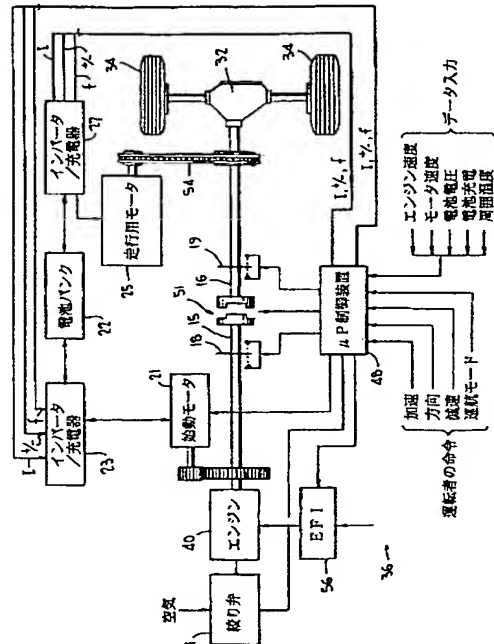
【図 3】



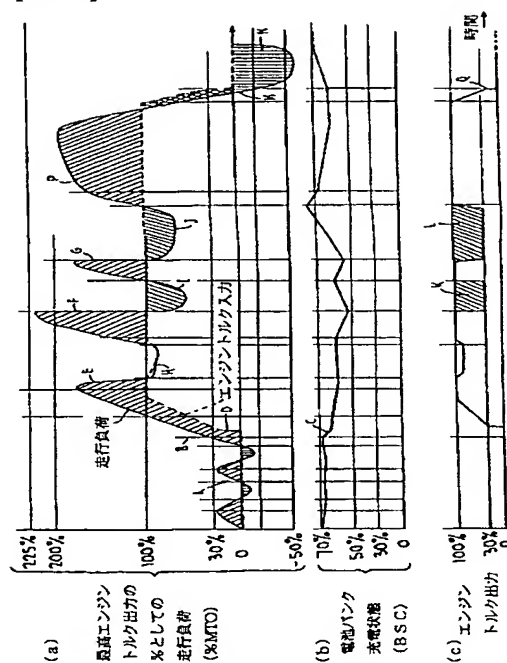
【図 5】



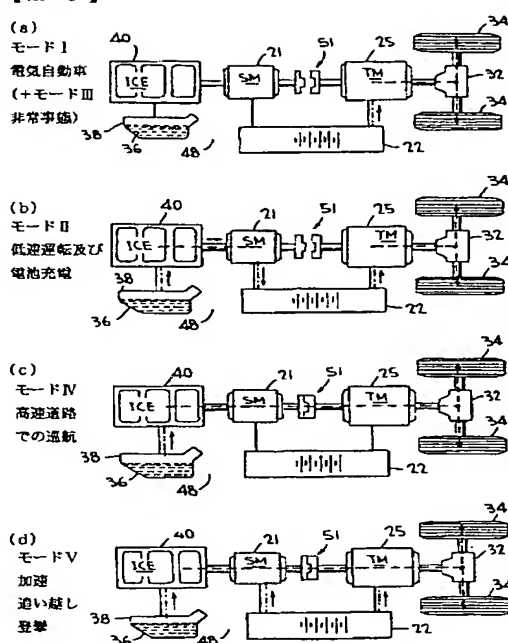
【図 4】



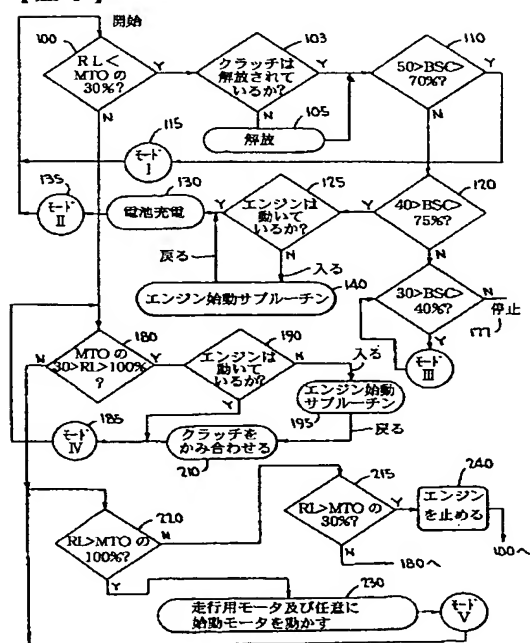
【图 7】



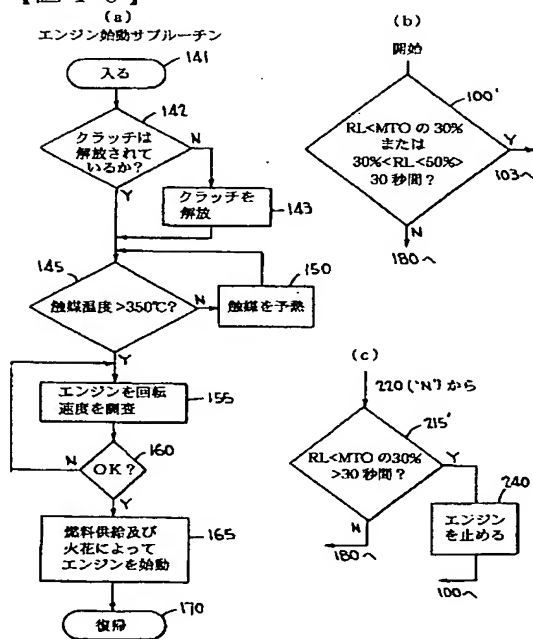
【图 8】



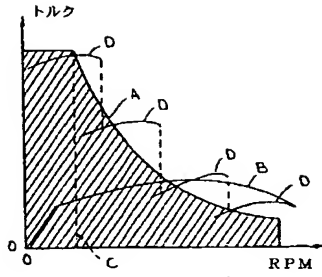
【図 9】



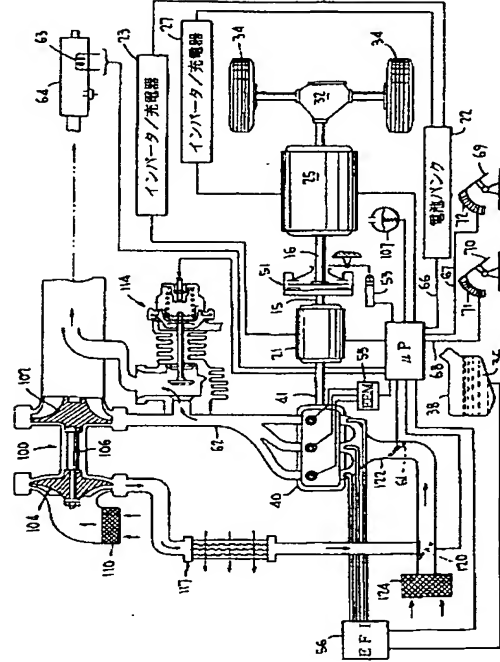
【图 10】



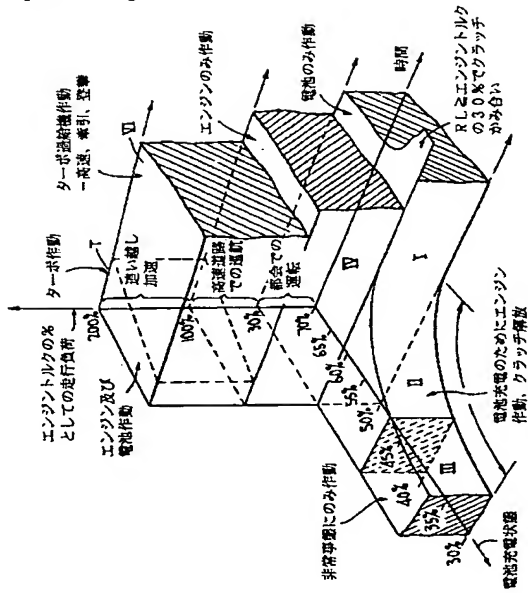
【図 1 1】



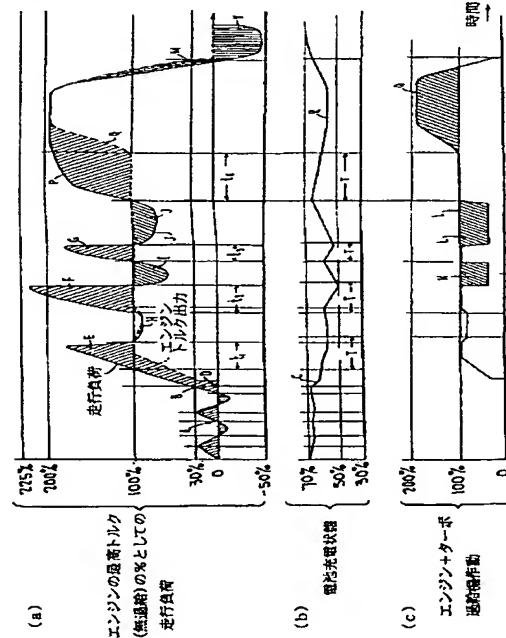
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F 0 2 D 29/02

F 0 2 N 11/04

F 1

B 6 0 K 6/04 5 5 1

B 6 0 K 41/00 3 0 1 A

B 6 0 K 41/00 3 0 1 B

B 6 0 K 41/00 3 0 1 C

B 6 0 K 41/02

F 0 2 D 23/00 Z

F 0 2 D 29/02 D

F 0 2 N 11/04 D

テーマコード (参考)

F ターム (参考) 3D041 AA09 AA11 AA18 AA19 AA21 AA26 AA32 AB00 AB01 AC01

AC06 AD02 AD50 AE02 AE03 AE10 AE14 AF03

3G092 AA18 AB01 AC02 DB03 DG08 EA01 EA27 FA03 FA24 HE01Z

HF08Z HF15Z

3G093 AA07 BA15 BA19 DA01 DA06 DB05 DB10 EC02 FB01

5H115 PA01 PA12 PC06 PG04 PI16 PI29 PO06 PO09 PU09 PU24

PU28 PV09 PV23 QE02 QE03 QE10 QN03 RB08 RB11 RB22

RE01 RE12 SE03 SE04 SE05 SE06 SE09 TE01 TE05 TE06

TI02 TO21 TO23

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.